

DIN EN 1090-3

ICS 91.080.17

Ersatz für
DIN EN 1090-3:2008-09

**Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken –
Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken;
Deutsche Fassung EN 1090-3:2019**

Execution of steel structures and aluminium structures –
Part 3: Technical requirements for aluminium structures;
German version EN 1090-3:2019

Exécution des structures en acier et des structures en aluminium –
Partie 3: Exigences techniques pour l'exécution des structures en aluminium;
Version allemande EN 1090-3:2019

Gesamtumfang 136 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1090-3:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 135 „Ausführung von Tragwerken aus Stahl und aus Aluminium“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SN (Norwegen) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-08-07 AA „Aluminiumkonstruktionen (SpA zu CEN/TC 250/SC 9 und CEN/TC 135)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 17123-1	siehe	DIN ISO 17123-1
ISO 17123-3	siehe	DIN ISO 17123-3
ISO 17123-4	siehe	DIN ISO 17123-4

Dieses Dokument enthält eine Nationale Fußnote in Anhang N (informativ), N.2 (3).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1090-3:2008-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die wesentlichen Änderungen gegenüber der vorherigen Fassung sind in den folgenden Abschnitten enthalten: 1, 2, 3, 4.1.1, 4.1.2, Tabelle 1, Tabelle 5, 5.6.2, 6.1, 7.3, 7.4.1, 7.4.3, 7.4.4, 7.5.1, 7.5.9, 7.5.10, 7.5.11, 7.5.12, 7.5.13, 7.6, 8.3.1, 11.2.3.1, 12.4.2.1, 12.4.2.2, 12.4.3.2, 12.4.4.3, 12.4.5 und 12.7.
- b) Anhang E wurde gestrichen und die Anhänge wurden entsprechend neu nummeriert.
- c) Die wesentlichen Änderungen in den Anhängen sind in den folgenden Abschnitten enthalten: E.2.2, Tabelle F.3, I.1, Tabelle I.1, Tabelle I.2, Tabelle K.1, Tabelle K.2 und K.4.
- d) Anhang N ist ein neuer Anhang.
- e) Die Literaturhinweise wurden überarbeitet.
- f) Zusätzlich zu den wesentlichen Änderungen in den oben genannten Abschnitten wurden einige redaktionelle Änderungen vorgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN V 4113-3: 2003-11
DIN EN 1090-3: 2008-09

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 17123-1, *Optik und optische Instrumente — Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente — Teil 1: Theorie*

DIN ISO 17123-3, *Optik und optische Instrumente — Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente — Teil 3: Theodolite*

DIN ISO 17123-4, *Optik und optische Instrumente — Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente — Teil 4: Elektrooptische Distanzmesser (EDM-Messungen mit Reflektoren)*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken

Execution of steel structures and aluminium structures -
Part 3: Technical requirements for aluminium
structures

Exécution des structures en acier et des structures en
aluminium - Partie 3: Exigences techniques pour
l'exécution des structures en aluminium

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 6. Januar 2019 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	16
4 Ausführungsunterlagen und Dokumentation	18
4.1 Ausführungsunterlagen	18
4.1.1 Allgemeines	18
4.1.2 Ausführungsklassen	18
4.1.3 Toleranzkategorien	19
4.1.4 Toleranzklassen für Schalentragerwerke	19
4.1.5 Prüfungen und Abnahmekriterien für Schweißnähte	19
4.2 Herstellerdokumentation	19
4.2.1 Qualitätsdokumentation	19
4.2.2 Qualitätsmanagementplan	19
4.2.3 Arbeitssicherheit bei der Montage	20
4.2.4 Ausführungsdokumentation	20
5 Konstruktionsmaterialien	20
5.1 Allgemeines	20
5.2 Identifizierbarkeit, Prüfbescheinigungen und Rückverfolgbarkeit	20
5.3 Basiswerkstoff	21
5.4 Erzeugnisse aus Aluminium	23
5.5 Schweißzusätze	24
5.6 Mechanische Verbindungsmittel	24
5.6.1 Schrauben, Muttern und Scheiben	24
5.6.2 Schweißbolzen	26
5.6.3 Niete	26
5.6.4 Selbstbohrende und gewindefurchende Schrauben	26
5.6.5 Lager	27
5.7 Klebungen	27
6 Vorbereitung	27
6.1 Allgemeines	27
6.2 Identifizierbarkeit	27
6.3 Handhabung, Lagerung und Transport	27
6.4 Schneiden	28
6.5 Umformarbeiten	28
6.6 Löcher für mechanische Verbindungsmittel	29
6.7 Ausschnitte	30
6.8 Oberflächen von Kontaktstößen	30
6.9 Zusammenbau	30
6.10 Wärmebehandlung	30
6.11 Richten	31
7 Schweißen	31
7.1 Allgemeines	31

7.2	Schweißplan.....	31
7.2.1	Erfordernis eines Schweißplans.....	31
7.2.2	Inhalt eines Schweißplans	31
7.3	Schweißprozesse	32
7.4	Qualifizierung von Schweißverfahren und Schweißpersonal	32
7.4.1	Qualifizierung von Schweißverfahren.....	32
7.4.2	Gültigkeit der Qualifizierung eines Schweißverfahrens.....	34
7.4.3	Qualifizierung der Schweißer und Bediener.....	34
7.4.4	Schweißaufsichtspersonal	34
7.5	Vorbereitung und Ausführung der Schweißarbeiten	35
7.5.1	Allgemeines	35
7.5.2	Schweißnahtvorbereitung	35
7.5.3	Witterungsschutzmaßnahmen.....	36
7.5.4	Zusammenbau zum Schweißen.....	36
7.5.5	Montagehilfen.....	36
7.5.6	Heftnähte.....	36
7.5.7	Vorwärmen und Zwischenlagentemperaturen	36
7.5.8	Stumpfnähte	37
7.5.9	Schlitz- und Lochnähte	37
7.5.10	Kehlnähte	37
7.5.11	Einseitige Schweißnähte.....	37
7.5.12	Rührreischweißen.....	38
7.5.13	Sonstige Schweißnähte.....	38
7.6	Abnahmekriterien.....	38
7.7	Wärmenachbehandlung.....	38
8	Mechanische Verbindungen und Klebungen.....	39
8.1	Zusammenbau mit mechanischen Verbindungsmitteln	39
8.1.1	Vorbereitung von Kontaktflächen.....	39
8.1.2	Passgenauigkeit	40
8.1.3	Vorbereitung der Kontaktflächen bei gleitfesten Verbindungen.....	40
8.2	Garnitur für Schraubverbindungen.....	41
8.2.1	Allgemeines	41
8.2.2	Schrauben.....	41
8.2.3	Passverbindungen.....	41
8.2.4	Senkschrauben.....	42
8.2.5	Muttern.....	42
8.2.6	Unterlegscheiben.....	43
8.3	Anziehen von Garnituren für Schraubenverbindungen.....	43
8.3.1	Nicht vorgespannte Garnituren für Schraubenverbindungen.....	43
8.3.2	Vorgespannte Garnituren für Schraubenverbindungen.....	43
8.4	Nieten.....	45
8.4.1	Allgemeines	45
8.4.2	Einbau von Nieten	45
8.5	Geklebte Verbindungen	45
9	Montage.....	46
9.1	Allgemeines	46
9.2	Baustelle	46
9.3	Montageanweisungen.....	46
9.4	Auflagerstellen	46
9.5	Montagearbeiten	46
9.5.1	Vermessung auf der Baustelle	46
9.5.2	Kennzeichnung.....	46
9.5.3	Transport und Lagern auf der Baustelle.....	47
9.5.4	Montageverfahren.....	47

9.5.5	Ausrichten und Vergießen	47
9.6	Schutz von Oberflächen, Reinigung nach Montage.....	48
10	Behandlung von Oberflächen.....	48
10.1	Allgemeines	48
10.2	Schutz von Tragwerk und Bauteilen.....	48
10.3	Schutz von Kontaktflächen und Verbindungsmitteln	48
10.3.1	Allgemeines	48
10.3.2	Kontaktflächen von Aluminium mit Aluminium und Aluminium mit Kunststoffen.....	48
10.3.3	Kontaktflächen von Aluminium mit Stahl oder Holz.....	49
10.3.4	Kontaktflächen von Aluminium mit Beton, Mauerwerk, Putz usw.	49
10.3.5	Verbindungsmittel	49
10.3.6	Klebverbindungen.....	50
10.4	Brandschutz.....	50
11	Geometrische Toleranzen	50
11.1	Toleranzkategorien	50
11.2	Grundlegende Toleranzen.....	51
11.2.1	Allgemeines	51
11.2.2	Herstelltoleranzen	51
11.2.3	Montagetoleranzen	52
11.3	Ergänzende Toleranzen	53
11.3.1	Allgemeines	53
11.3.2	Herstelltoleranzen	53
12	Kontrollen, Prüfungen und Nachbesserung.....	54
12.1	Allgemeines	54
12.2	Konstruktionsmaterialien und Bauteile	54
12.2.1	Konstruktionsmaterialien.....	54
12.2.2	Bauteile	54
12.3	Vorbereitung	55
12.3.1	Umformarbeiten	55
12.3.2	Abmessungen von Bauteilen	55
12.4	Schweißen	55
12.4.1	Prüfungsabläufe.....	55
12.4.2	Verfahren der Prüfung und Personalqualifizierung	56
12.4.3	Umfang der Prüfung	58
12.4.4	Abnahmekriterien für Schweißnähte	59
12.4.5	Abnahmekriterien für Ultraschallprüfung.....	62
12.4.6	Reparatur geschweißter Verbindungen	62
12.4.7	Kontrollen nach der Entfernung von Montagehilfen.....	63
12.5	Mechanische Verbindungsmittel	63
12.5.1	Kontrolle von Verbindungen mit nicht vorgespannten Schraubengarnituren	63
12.5.2	Kontrolle von Verbindungen mit vorgespannten Schraubengarnituren	63
12.5.3	Kontrolle von Nietverbindungen.....	64
12.6	Klebungen	64
12.7	Kontrolle der errichteten Tragwerksgeometrie.....	64
12.8	Nichtkonforme Produkte.....	64
12.8.1	Nichtkonforme Konstruktionsmaterialien	64
12.8.2	Nichtkonforme Bauteile und Tragwerke.....	64
Anhang A (normativ) Notwendige Festlegungen, festzulegende Alternativen und Anforderungen bei den Ausführungsklassen.....		65
A.1	Liste der notwendigen Festlegungen	65
A.2	Liste möglicher alternativer Festlegungen	66
A.3	Ausführungsklassenabhängige Anforderungen.....	67
Anhang B (informativ) Checkliste für den Inhalt eines Qualitätsmanagementplans.....		69

B.1	Einleitung	69
B.2	Inhalt	69
B.2.1	Management	69
B.2.2	Überprüfung der Ausführungsunterlagen	69
B.2.3	Dokumentation	69
B.2.4	Verfahrensabläufe bei Kontrollen und Prüfungen	71
Anhang C (normativ) Prüfung der geschweißten Kreuzprobe		72
C.1	Einleitung	72
C.2	Prüfstück	72
C.3	Untersuchung und Prüfung	73
Anhang D (normativ) Verfahrensprüfung zur Bestimmung der Haftreibungszahl		76
D.1	Zweck der Prüfung	76
D.2	Einflussgrößen	76
D.3	Prüfkörper	76
D.4	Versuchsdurchführung und Auswertung	78
D.5	Erweiterte Kriechprüfung und Auswertung	79
D.6	Prüfergebnisse	80
Anhang E (informativ) Oberflächenbehandlung		81
E.1	Anodische Oxidation	81
E.2	Beschichtungen	81
E.2.1	Allgemeines	81
E.2.2	Vorbehandlung	82
E.2.3	Grundbeschichtung	82
E.2.4	Deckbeschichtung	82
E.2.5	Beschichtungen mit Bitumen und bituminösen Kombinationen	83
E.2.6	Instandsetzungsbeschichtungen	83
E.3	Passivierung	83
Anhang F (normativ) Geometrische Toleranzen — Grundlegende Toleranzen		84
F.1	Herstelltoleranzen	84
F.1.1	Allgemeines	84
F.1.2	Geschweißte I-Querschnitte	84
F.1.3	Geschweißte Kastenquerschnitte	85
F.1.4	Trägerstege	86
F.1.5	Bauteile	87
F.1.6	Fußplatten und Kopfplattenanschlüsse	88
F.1.7	Stützenstöße	89
F.1.8	Fachwerkbauteile	90
F.2	Montagetoleranzen	91
F.2.1	Stützen	91
F.2.2	Träger	93
F.2.3	Kontaktstöße	94
Anhang G (normativ) Geometrische Toleranzen — Ergänzende Toleranzen		95
G.1	Allgemeines	95
G.2	Herstelltoleranzen	95
G.2.1	Kastenquerschnitte	95
G.2.2	Bauteile	96
G.2.3	Steifen	97
G.2.4	Schraub- und Nietlöcher, Ausklinkungen und Enden	98
G.2.5	Fachwerkbauteile	100
G.3	Montagetoleranzen	100
G.3.1	Stützen	100
G.3.2	Träger, Sparren und Fachwerkbinder	101
G.4	Brücken	103

Anhang H (normativ) Geometrische Abweichungen — Schalenträgerwerke	105
H.1 Allgemeines	105
H.2 Toleranzparameter für die Rundheitsabweichung	105
H.3 Durch die Ausführung erzeugte unplanmäßige Exzentrizität	106
H.4 Toleranzen für Beulen/Vorbeulen.....	108
H.5 Ebenheitstoleranz der Grenzflächen.....	110
Anhang I (informativ) Anforderungen an Schweißnähte — Art der Darstellung auf Schweißplänen	111
I.1 Allgemeines	111
I.2 Pauschale Festlegungen	111
I.3 Festlegungen für Schweißnähte im Einzelnen und Teile von Schweißnähten	112
Anhang J (informativ) Empfehlungen für die Beschreibung der Baustellenbedingungen und der Montage bei der Erstellung der Ausführungsunterlagen	113
J.1 Baustelle	113
J.2 Montageanweisungen	113
Anhang K (informativ) Leitfaden zur Festlegung der Qualitätsanforderungen für Schweißnähte in den Ausführungsunterlagen.....	116
K.1 Allgemeines	116
K.2 Ausnutzungsgrade und Ausnutzungsklassen.....	117
K.2.1 Allgemeines	117
K.2.2 Ausnutungsgrad für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC1	117
K.2.3 Ausnutungsgrad für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC2	117
K.3 Umfang der zusätzlichen zerstörungsfreien Prüfung (ZfP)	117
K.3.1 Umfang der ZfP (%) für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC1	117
K.3.2 Umfang der ZfP (%) für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC2	118
K.4 Umfang der zerstörenden Prüfung für mit Rührreibschweißen erstellte Schweißnähte	118
K.5 Abnahmekriterien für Schweißnähte	118
K.5.1 Abnahmekriterien für Schweißnähte in Beanspruchungskategorie SC1	118
K.5.2 Abnahmekriterien für Schweißnähte in Beanspruchungskategorie SC2	119
Anhang L (informativ) Übersicht zur Festlegung der Qualitätsanforderungen für Bauteile und Tragwerke in der Beanspruchungskategorie SC2	120
Anhang M (informativ) Übersicht zur Erstellung und Anwendung einer Schweißanweisung (WPS)	125
Anhang N (informativ) Bolzen, die mittels Lichtbogenbolzenschweißung mit Spitzenzündung angeschlossen werden.....	126
N.1 Einleitung	126
N.2 Anwendungsgebiet.....	126
N.3 Konstruktion	127
N.4 Bemessung	127
N.5 Qualifizierung des Schweißverfahrens	129
Literaturhinweise.....	131

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 1090-3:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 135 „Ausführung von Tragwerken aus Stahl und aus Aluminium“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2019 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 1090-3:2008.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber der vorherigen Fassung sind in den folgenden Abschnitten enthalten: Abschnitt 1, Abschnitt 2, Abschnitt 3, 4.1.1, 4.1.2, Tabelle 1, Tabelle 5, 5.6.2, 6.1, 7.3, 7.4.1, 7.4.3, 7.4.4, 7.5.1, 7.5.9, 7.5.10, 7.5.11, 7.5.12, 7.5.13, 7.6, 8.3.1, 11.2.3.1, 12.4.2.1, 12.4.2.2, 12.4.3.2, 12.4.4.3, 12.4.5 und 12.7. Anhang E wurde gestrichen und die Anhänge wurden entsprechend neu nummeriert. Die wesentlichen Änderungen in den Anhängen sind in den folgenden Unterabschnitten enthalten: E.2.2, Tabelle F.3, I.1, Tabelle I.1, Tabelle I.2, Tabelle K.1, Tabelle K.2 und K.4. Anhang N ist ein neuer Anhang. Die Literaturhinweise wurden überarbeitet. Zusätzlich zu den wesentlichen Änderungen in den oben genannten Abschnitten wurden einige redaktionelle Änderungen vorgenommen.

Dieses Dokument ist Teil der EN 1090-Reihe, bestehend aus folgenden Teilen:

- EN 1090-1, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile*
- EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken*
- EN 1090-3, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken*
- EN 1090-4, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 4: Technische Anforderungen an kaltgeformte Bauelemente aus Stahl und tragende Bauteile für Dach-, Decken-, Boden- und Wandanwendungen*
- EN 1090-5, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 5: Technische Anforderungen an tragende kaltgeformte Bauelemente aus Aluminium und tragende Bauteile für Dach-, Decken-, Boden- und Wandanwendungen*

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an die Ausführung von Aluminiumtragwerken fest, um ein ausreichendes Niveau an mechanischer Festigkeit und Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sicherzustellen.

Dieses Dokument legt Anforderungen an die Ausführung von Aluminiumtragwerken fest, insbesondere denjenigen, die nach EN 1999-1-1, EN 1999-1-2, EN 1999-1-3, EN 1999-1-4 und EN 1999-1-5 bemessen werden.

Dieses Dokument setzt voraus, dass die Arbeiten mit der notwendigen Fachkunde sowie mit der angemessenen technischen Ausrüstung und den angemessenen technischen Mitteln ausgeführt werden, damit sie den Ausführungsunterlagen entsprechen und die Anforderungen dieser Europäischen Norm erfüllen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen bezüglich der Ausführung von tragenden Bauteilen aus Aluminium sowie von Aluminiumtragwerken fest, die hergestellt werden aus:

- a) gewalzten Blechen, Bändern und Platten;
- b) Strangpressprofilen;
- c) kalt gezogenen Stangen und Rohren;
- d) Schmiedestücke;
- e) Gussstücke.

ANMERKUNG 1 In Übereinstimmung mit EN 1090-1 wird die Ausführung von Tragwerksteilen als Herstellung bezeichnet.

Dieses Dokument legt Anforderungen fest, die unabhängig von Art und Form des Aluminiumtragwerks sind. Es gilt sowohl für Tragwerke unter vorwiegend ruhender Belastung als auch für ermüdungsbeanspruchte Tragwerke. Des Weiteren legt dieses Dokument die Anforderungen in Bezug auf die Ausführungsklassen fest, welche ihrerseits von Schadensfolgeklassen abhängig sind.

ANMERKUNG 2 Die Schadensfolgeklassen sind in EN 1990 festgelegt.

ANMERKUNG 3 Empfehlungen für die Wahl der Ausführungsklasse in Verbindung mit der Schadensfolgeklasse siehe EN 1999-1-1.

Dieses Dokument gilt für Bauteile, die aus Konstruktionsmaterialien mit Dicken nicht unter 0,6 mm, beziehungsweise geschweißt mit Dicken nicht unter 1,5 mm, hergestellt werden.

Bei aus kaltgeformten Profiltafeln hergestellten Bauteilen, die im Anwendungsbereich von EN 1090-5 liegen, haben die Anforderungen von EN 1090-5 Vorrang vor den entsprechenden Anforderungen in diesem Dokument.

Dieses Dokument gilt für Tragwerke, die nach den maßgebenden Teilen von EN 1999 bemessen wurden. Sofern es auf Tragwerke, die auf anderen Bemessungsregeln basieren, oder auf andere Legierungen und Werkstoffzustände, als die in EN 1999 behandelten, angewendet wird, sollten die sicherheitsrelevanten Elemente der betreffenden Bemessungsregeln beurteilt werden.

Dieses Dokument legt Anforderungen an die Vorbehandlung von Oberflächen für das Aufbringen von Schutzbeschichtungen fest und enthält Hinweise für deren Ausführung in einem informativen Anhang.

Dieses Dokument lässt Wahlmöglichkeiten offen, um Spezifikationen speziellen Projektgegebenheiten anpassen zu können.

Dieses Dokument gilt auch für temporäre Bauten aus Aluminium (fliegende Bauten).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 485-1, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bänder, Bleche und Platten — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 485-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bänder, Bleche und Platten — Teil 3: Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalzte Erzeugnisse*

EN 485-4, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bänder, Bleche und Platten — Teil 4: Grenzabmaße und Formtoleranzen für kaltgewalzte Erzeugnisse*

EN 515, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Halbzeug — Bezeichnungen der Werkstoffzustände*

EN 573-1, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug — Teil 1: Numerisches Bezeichnungssystem*

EN 573-2, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug — Teil 2: Bezeichnungssystem mit chemischen Symbolen*

EN 573-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug — Teil 3: Chemische Zusammensetzung und Erzeugnisformen*

EN 586-1, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Schmiedestücke — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 586-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Schmiedestücke — Teil 3: Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 754-1, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Stangen und Rohre — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 754-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Stangen und Rohre — Teil 3: Rundstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 754-4, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Stangen und Rohre — Teil 4: Vierkantstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 754-5, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Stangen und Rohre — Teil 5: Rechteckstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 754-6, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Stangen und Rohre — Teil 6: Sechskantstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 754-7, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Stangen und Rohre — Teil 7: Nahtlose Rohre, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 754-8, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Stangen und Rohre — Teil 8: Mit Kammerwerkzeug stranggepresste Rohre, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 755-1, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 755-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 3: Rundstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 755-4, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 4: Vierkantstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 755-5, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 5: Rechteckstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 755-6, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 6: Sechskantstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 755-7, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 7: Nahtlose Rohre, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 755-8, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 8: Mit Kammerwerkzeug stranggepresste Rohre, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 755-9, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 9: Profile, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 1011-1, *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe — Teil 1: Allgemeine Anleitungen für Lichtbogenschweißen*

EN 1011-4, *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe — Teil 4: Lichtbogenschweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen*

EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken*

EN 1301-1, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Drähte — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 1301-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Drähte — Teil 3: Grenzabmaße*

EN 1337-3, *Lager im Bauwesen — Teil 3: Elastomerlager*

EN 1337-4, *Lager im Bauwesen — Teil 4: Rollenlager*

EN 1337-5, *Lager im Bauwesen — Teil 5: Topflager*

EN 1337-6, *Lager im Bauwesen — Teil 6: Kipplager*

EN 1337-8, *Lager im Bauwesen — Teil 8: Führungslager und Festhaltekonstruktionen*

EN 1337-11, *Lager im Bauwesen — Teil 11: Transport, Zwischenlagerung und Einbau*

EN 1559-1, *Gießereiwesen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Allgemeines*

EN 1559-4, *Gießereiwesen — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Zusätzliche Anforderungen an Gussstücke aus Aluminiumlegierungen*

EN 1706, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gussstücke — Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften*

EN 1999-1-1, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln*

EN 1999-1-2, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall*

EN 1999-1-3, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke*

EN 1999-1-4, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln*

EN 1999-1-5, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-5: Schalentragwerke*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12020-1, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Präzisionsprofile aus Legierungen EN AW-6060 und EN AW-6063 — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 12020-2, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Präzisionsprofile aus Legierungen EN AW-6060 und EN AW-6063 — Teil 2: Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 14399-2, *Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 2: Eignung zum Vorspannen*

EN 14399-3, *Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 3: System HR — Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*

EN 14399-4, *Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 4: System HV — Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*

EN 14399-5, *Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 5: Flache Scheiben*

EN 14399-6, *Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 6: Flache Scheiben mit Fase*

EN 14399-7, *Hochfeste vorspannbare Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 7: System HR — Garnituren aus Senkschrauben und Muttern*

EN 14399-8, *Hochfeste vorspannbare Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 8: System HV — Garnituren aus Sechskant-Passschrauben und Muttern*

EN 14399-10, *Hochfeste vorspannbare Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 10: System HRC — Garnituren aus Schrauben und Muttern mit kalibrierter Vorspannung*

EN 15048-1, *Garnituren für nicht vorgespannte Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 15088, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Erzeugnisse für Tragwerksanwendungen — Technische Lieferbedingungen*

EN 28839, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Schrauben und Muttern aus Nichteisenmetallen (ISO 8839)*

EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1)*

EN ISO 898-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-2)*

EN ISO 1479, *Sechskant-Blebschrauben (ISO 1479)*

EN ISO 1481, *Flachkopf-Blebschrauben mit Schlitz (ISO 1481)*

EN ISO 2009, *Senkschrauben mit Schlitz — Produktklasse A (ISO 2009)*

EN ISO 3452-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 3452-1)*

EN ISO 3506-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 1: Schrauben (ISO 3506-1)*

EN ISO 3506-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 2: Muttern (ISO 3506-2)*

EN ISO 3834-2, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen (ISO 3834-2)*

EN ISO 3834-3, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen (ISO 3834-3)*

EN ISO 3834-4, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 4: Elementare Qualitätsanforderungen (ISO 3834-4)*

EN ISO 4014, *Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklassen A und B (ISO 4014)*

EN ISO 4016, *Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklasse C (ISO 4016)*

EN ISO 4017, *Mechanische Verbindungselemente — Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf — Produktklassen A und B (ISO 4017)*

EN ISO 4018, *Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf — Produktklasse C (ISO 4018)*

EN ISO 4032, *Sechskantmutter (Typ 1) — Produktklassen A und B (ISO 4032)*

EN ISO 4034, *Sechskantmutter (Typ 1) — Produktklasse C (ISO 4034)*

EN ISO 4063, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063)*

EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4288)*

EN ISO 4762, *Zylinderschrauben mit Innensechskant (ISO 4762)*

EN ISO 6520-1:2007, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an Metallen — Teil 1: Schmelzschweißen (ISO 6520-1:2007)*

EN ISO 6789 (alle Teile), *Schraubwerkzeuge — Handbetätigte Drehmoment-Werkzeuge (ISO 6789)*

EN ISO 7046-2, *Senkschrauben (Einheitskopf) mit Kreuzschlitz Form H oder Form Z — Produktklasse A — Teil 2: Stahl mit Festigkeitsklasse 8.8, aus nichtrostender Stahl und aus Nichteisenmetallen (ISO 7046-2)*

EN ISO 7049, *Linsenkopf-Blechsrauben mit Kreuzschlitz (ISO/FDIS 7049)*

EN ISO 7089, *Flache Scheiben — Normale Reihe — Produktklasse A (ISO 7089)*

EN ISO 7090, *Flache Scheiben mit Fase — Normale Reihe — Produktklasse A (ISO 7090)*

EN ISO 7091, *Flache Scheiben — Normale Reihe — Produktklasse C (ISO 7091)*

EN ISO 7093-1, *Flache Scheiben — Große Reihe — Teil 1: Produktklasse A (ISO 7093-1)*

EN ISO 7093-2, *Flache Scheiben — Große Reihe — Teil 2: Produktklasse C (ISO 7093-2)*

EN ISO 7094, *Flache Scheiben — Extra große Reihe — Produktklasse C (ISO 7094)*

EN ISO 8062-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Maß-, Form- und Lagetoleranzen für Formteile — Teil 1: Begriffe (ISO 8062-1)*

CEN ISO/TS 8062-2, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Maß-, Form- und Lagetoleranzen für Formteile — Teil 2: Regeln (ISO/TS 8062-2)*

EN ISO 8062-3, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Maß-, Form- und Lagetoleranzen für Formteile — Teil 3: Allgemeine Maß-, Form- und Lagetoleranzen und Bearbeitungszugaben für Gussstücke (ISO 8062-3)*

EN ISO 9013:2017, *Thermisches Schneiden — Einteilung thermischer Schnitte — Geometrische Produktspezifikation und Qualität (ISO 9013:2017)*

EN ISO 9017, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Bruchprüfung (ISO 9017)*

EN ISO 9018, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Zugversuch am Doppel-T-Stoß und Überlappstoß (ISO 9018)*

EN ISO 9606-2, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 9606-2)*

EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung (ISO 9712)*

EN ISO 10042:2018, *Schweißen — Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen Legierungen — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 10042:2018)*

EN ISO 10642, *Senkschrauben mit Innensechskant (ISO 10642)*

EN ISO 13918, *Schweißen — Bolzen und Keramikringe für das Lichtbogenbolzenschweißen (ISO 13918)*

EN ISO 13920, *Schweißen — Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen — Längen- und Winkelmaße — Form und Lage (ISO 13920)*

EN ISO 14555, *Schweißen — Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14555)*

EN ISO 14731, *Schweißaufsicht — Aufgaben und Verantwortung (ISO 14731)*

EN ISO 14732, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732)*

EN ISO 15480, *Sechskant-Bohrschrauben mit Bund mit Blechsraubengewinde (ISO 15480)*

CEN ISO/TR 15608, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO TR 15608)*

EN ISO 15609-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen (ISO 15609-1)*

EN ISO 15612, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung durch Einsatz eines Standardschweißverfahrens (ISO 15612)*

EN ISO 15613, *Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung (ISO 15613)*

EN ISO 15614-2, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 2: Lichtbogenschweißen von Aluminium und seinen Legierungen (ISO 15614-2)*

EN ISO 17635, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe (ISO 17635)*

EN ISO 17636-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1)*

EN ISO 17636-2, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit digitalen Detektoren (ISO 17636-2)*

EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637)*

EN ISO 17639, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen von Schweißnähten (ISO 17639)*

EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640)*

EN ISO 17659, *Schweißen — Mehrsprachige Benennungen für Schweißverbindungen mit bildlichen Darstellungen (ISO 17659)*

EN ISO 18273, *Schweißzusätze — Massivdrähte und -stäbe zum Schmelzschweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen — Einteilung (ISO 18273)*

EN ISO 25239-2, *Rührreibschweißen — Aluminium — Teil 2: Ausführung der Schweißverbindungen (ISO 25239-2)*

EN ISO 25239-3, *Rührreibschweißen — Aluminium — Teil 3: Qualifizierung der Bediener (ISO 25239-3)*

EN ISO 25239-4, *Rührreibschweißen — Aluminium — Teil 4: Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren (ISO 25239-4)*

EN ISO 25239-5, *Rührreibschweißen — Aluminium — Teil 5: Qualitäts- und Prüfungsanforderungen (ISO 25239-5)*

ISO 4463-1, *Measurement methods for building — Setting-out and measurement — Part 1: Planning and organization, measuring procedures, acceptance criteria*

ISO 7976-1, *Tolerances for building — Methods of measurement of buildings and building products — Part 1: Methods and instruments*

ISO 7976-2, *Tolerances for building — Methods of measurement of buildings and building products — Part 2: Position of measuring points*

ISO 10509, *Hexagon flange head tapping screws*

ISO 17123-1, *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 1: Theory*

ISO 17123-3, *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 3: Theodolites*

ISO 17123-4, *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors)*

ISO 17123-7, *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 7: Optical plumbing instruments*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1
ergänzende zerstörungsfreie Prüfung (ZfP)
zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP), die ergänzend zur visuellen Prüfung (VT) durchgeführt werden, z. B. Eindringprüfung (PT), Ultraschallprüfung (UT) oder Durchstrahlungsprüfung (RT)

3.2
Bauteil
Teil der Aluminiumkonstruktion, das seinerseits ein Zusammenbau aus mehreren kleineren Bauteilen sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Bauteil kann an sich bereits ein Tragwerk sein.

3.3
Konstruktionsmaterialien
Material oder Produkte mit Eigenschaften, die in die Bemessung eingehen oder sonst mit der Festigkeit und der Stabilität der Aluminiumkonstruktion oder Teilen hiervon und/oder mit deren Feuerwiderstand, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit zusammenhängen

3.4
Bauwerk
alles, was gebaut ist oder aus baulicher Tätigkeit resultiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff bezieht sich sowohl auf Gebäude als auch auf Ingenieurbauwerke. Er bezieht sich auf die gesamte Konstruktion, d. h. sowohl auf tragende als auch auf nichttragende Bauteile.

3.5
Hersteller
Person oder Organisation, welche die Arbeiten ausführt („Lieferant“ [en: „supplier“] nach EN ISO 9000)

3.6

Montagekonzeption

Festlegungen zur Tragwerksmontage, welche mit Grundlage für die Bemessung sind

3.7

Montageanweisung

Dokumentation, die die notwendigen Arbeitsvorgänge beschreibt, um ein Tragwerk zu errichten

3.8

Ausführung

Tätigkeiten zur Fertigstellung der Aluminiumkonstruktion

Anmerkung 1 zum Begriff: d. h. Herstellung, Montage und die zugehörige Kontrolle und Dokumentation

3.9

Ausführungsklasse

zu einer Klasse zusammengefasste Anforderungen, die für die Ausführung der Aluminiumkonstruktion als Ganzes, für ein einzelnes Bauteil oder für ein spezielles Detail festgelegt werden

3.10

Ausführungsunterlagen

Unterlagen, welche technische Daten und Anforderungen enthalten, die für die Erstellung eines bestimmten Tragwerks erforderlich sind, einschließlich jener Festlegungen, die die Regeln dieses Dokuments ergänzen und verbindlich machen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Ausführungsunterlagen beinhalten an den Stellen Anforderungen, wo dieses Dokument festzulegende Punkte durch Bereitstellung von zusätzlichen Informationen oder durch Auswahl von erlaubten Optionen (siehe Anhang A) ausweist.

3.11

Hersteller

jede natürliche oder juristische Person, die ein Bauprodukt herstellt bzw. entwickeln und herstellen lässt und dieses Produkt unter ihrem eigenen Namen oder ihrer eigenen Marke vermarktet

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist die Definition nach der Bauprodukte-Verordnung BauVPO (EU 305/2011).

3.12

Herstellung

alle Tätigkeiten, die erforderlich sind, um ein Bauteil herzustellen und zu liefern

Anmerkung 1 zum Begriff: Wesentlich sind z. B. hierbei Materialbeschaffung, Materialbearbeitung und Zusammenbau der Materialteile, Schweißen, mechanisches Verbinden, Transportieren, Oberflächenbehandlung und die zugehörigen Kontrollen und Dokumentationen.

3.13

Bearbeitung

jegliche Tätigkeit, die an den Konstruktionsmaterialien durchgeführt wird, um Materialteile für die Verwendung in Bauteilen oder als Bauteile fertigzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Soweit zutreffend, umfasst der Begriff z. B. Identifizierbarkeit, Handhabung und Lagerung sowie Schneiden, Formgebung und die Herstellung von Löchern für mechanische Verbindungsmittel.

3.14

Beanspruchungskategorie

Kategoriebezeichnung, die die Art der Beanspruchung eines Bauteils oder eines Tragwerks charakterisiert

3.15

Tragwerk

planmäßige Anordnung miteinander verbundener Bauteile, die so entworfen sind, dass sie ein bestimmtes Maß an Tragfähigkeit und Steifigkeit aufweisen

[QUELLE: EN 1990:2002, 1.5.1.6 (2)]

3.16

Aluminiumkonstruktion

Teile des Bauwerks, die tragende Aluminiumteile sind

4 Ausführungsunterlagen und Dokumentation

4.1 Ausführungsunterlagen

4.1.1 Allgemeines

Für alle Bauteile der Aluminiumkonstruktion müssen die notwendigen Informationen und technischen Anforderungen für die Ausführung vor Beginn der jeweiligen Ausführungsarbeiten vereinbart und abschließend geregelt sein. Es muss auch geregelt sein, wie bei Änderungen bereits vereinbarter Ausführungsunterlagen verfahren wird. In den Ausführungsunterlagen müssen nachstehende Punkte, sofern zutreffend, ihre Berücksichtigung finden:

- a) Zusatzinformationen, wie sie in A1 aufgelistet sind;
- b) die geforderten Ausführungsklassen, siehe 4.1.2;
- c) Beanspruchungskategorie;
- d) Optionsfestlegungen, wie sie in A2 aufgelistet sind;
- e) technische Anforderungen in Bezug auf die Arbeitssicherheit, siehe Anhang J;
- f) Qualitätsmanagementplan, siehe 4.2.2;
- g) zusätzliche Anforderungen an die Ausführung bezüglich Funktionalität;
- h) welche der informativen Anhänge, entsprechend der gegebenen Grenzen in den Nationalen Anhängen (NA) zu EN 1999-1-1 bis EN 1999-1-5, verbindlich zur Anwendung kommen müssen.

4.1.2 Ausführungsklassen

In EN 1999-1-1 werden vier Ausführungsklassen 1 bis 4, abgekürzt EXC1 bis EXC4, festgelegt, wobei die Anforderungen von EXC1 bis EXC4 steigen.

Die Ausführungsunterlagen sollten die relevante Ausführungsklasse bzw. die relevanten Ausführungsklassen spezifizieren.

Eine Ausführungsklasse kann für das gesamte Tragwerk gelten, nur für einen Teil desselben, aber auch nur für ein spezielles Detail. Ein Tragwerk darf mehrere Ausführungsklassen umfassen.

Hinweise für die Wahl der Ausführungsklasse siehe EN 1999-1-1.

ANMERKUNG 1 Siehe EN 1999-1-1:2007, Anhang A.

Falls keine Ausführungsklasse festgelegt wurde, gilt Ausführungsklasse EXC2.

ANMERKUNG 2 Die Tabelle A.3 enthält eine Übersicht über die mit den Ausführungsklassen verbundenen Anforderungen.

4.1.3 Toleranzkategorien

In 11.1 werden zwei Kategorien von geometrischen Toleranzen definiert:

- a) grundlegende Toleranzen;
- b) ergänzende Toleranzen.

4.1.4 Toleranzklassen für Schalentragwerke

Für Schalentragwerke legt EN 1999-1-5 vier Toleranzklassen fest, wobei die Anforderungen von Klasse 1 bis Klasse 4 ansteigen.

Die Anforderungen an die Toleranzklassen für Schalentragwerke sind in Anhang H festgelegt.

4.1.5 Prüfungen und Abnahmekriterien für Schweißnähte

Der Umfang an Prüfungen und die Abnahmekriterien müssen in den Ausführungsunterlagen festgelegt sein.

ANMERKUNG Empfehlungen über den Umfang der Prüfungen sind in Anhang K und Empfehlungen über Abnahmekriterien sind in 12.4.4 angegeben.

4.2 Herstellerdokumentation

4.2.1 Qualitätsdokumentation

Folgende Regelungen sind bei den Ausführungsklassen EXC3 und EXC4 — und falls vorgeschrieben, auch bei EXC2 — zu dokumentieren:

- a) Organisationsdiagramm und leitendes Personal, welches für alle Aspekte der Ausführung verantwortlich ist;
- b) die zur Anwendung kommenden Arbeitsprozesse, Verfahren und Arbeitsanweisungen;
- c) ein an die Arbeiten angepasster Kontroll- und Prüfplan;
- d) die Vorgehensweise bei Änderungen und Abänderungen;
- e) die Vorgehensweise bei Abweichungen von den Anforderungen (Nichtkonformität), bei Forderungen nach Ausnahmegenehmigungen und Qualitätsstreitigkeiten;
- f) festgelegte Fertigungsprüfstops oder die Erfordernis von überwachten Inspektionen und Prüfungen und die daraus folgenden Anforderungen in Bezug auf Zugangsmöglichkeiten.

4.2.2 Qualitätsmanagementplan

Es muss festgelegt sein, ob ein Qualitätsmanagementplan für die Ausführung der Aluminiumkonstruktion verlangt wird.

Ein Qualitätsmanagementplan muss einschließen:

- a) ein allgemeines Managementdokument, welches folgende Punkte behandeln muss:
 - 1) Überprüfung der vorgegebenen Anforderungen in Bezug auf die Produktionsmöglichkeiten;
 - 2) Organigramm und für alle Aspekte der Ausführung die jeweils verantwortlichen Personen;

- 3) Grundsätze und organisatorische Regelungen für Kontrollen, einschließlich der Zuordnung der Verantwortung für jede einzelne Kontrollaufgabe;
- b) Qualitätsdokumentation im Vorfeld der Fertigung. Die Dokumente müssen vor Ausführung des betreffenden Fertigungsschritts erstellt werden.
- c) Ausführungsberichte und -belege, mit denen die ausgeführten Kontrollen und Überprüfungen oder die Qualifikation bzw. die Qualifizierung oder Zertifizierung der eingesetzten Betriebsmittel (Personen und Einrichtungen) dokumentiert werden.

Anhang B enthält eine Checkliste über den Inhalt eines Qualitätsmanagementplans, wie er für die Herstellung von Tragwerken unter Bezug auf die allgemeinen Leitlinien der ISO 10005 empfohlen wird.

4.2.3 Arbeitssicherheit bei der Montage

Verfahrensbeschreibungen enthalten genaue Arbeitsanweisungen und müssen die technischen Anforderungen bezüglich Arbeitssicherheit nach Anhang J berücksichtigen.

4.2.4 Ausführungsdokumentation

Während der Ausführung der Arbeiten müssen ausreichend Aufzeichnungen als Nachweis für das fertige Tragwerk erstellt werden, damit nachgewiesen werden kann, dass die Aluminiumkonstruktion nach allen Vorgaben der Ausführungsunterlagen ausgeführt wurde.

5 Konstruktionsmaterialien

5.1 Allgemeines

Die Konstruktionsmaterialien, die für die Ausführung von Aluminiumtragwerken verwendet werden, müssen im Allgemeinen aus den einschlägigen, in den folgenden Abschnitten aufgeführten Europäischen Normen, EN 15088 oder einer geltenden, einschlägigen Europäischen Technischen Spezifikation ausgewählt werden. Es muss festgelegt sein, welche Konstruktionsmaterialien zu verwenden sind.

5.2 Identifizierbarkeit, Prüfbescheinigungen und Rückverfolgbarkeit

Die Eigenschaften der Konstruktionsmaterialien müssen so dokumentiert werden, dass sie mit den Sollwerten verglichen werden können. Die Übereinstimmung mit der entsprechenden Produktnorm ist nach 12.2 zu prüfen.

Für metallische Produkte müssen abhängig von der festgelegten Ausführungsklasse die in Tabelle 1 angegebenen Prüfbescheinigungen in Übereinstimmung mit EN 10204 verlangt werden:

Tabelle 1 — Prüfbescheinigungen für metallische Erzeugnisse

Konstruktionsmaterial	Prüfbescheinigung
Aluminiumtragwerke (Bleche, Strangpressprofile, Schmiedestücke, Gußstücke ^d)	
EXC1	2.2
EXC2, EXC3, EXC4	3.1
Schweißzusätze	
EXC1	2.2
EXC2, EXC3, EXC4	3.1
Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau nach der Normenreihe EN 14399	3.1 ^a
Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau nach Tabelle 6	2.1 ^c
Schrauben ^b , Muttern ^b oder Unterlegscheiben ^b	2.1 ^c
Selbstbohrende und gewindefurchende Schrauben und Blindniete	2.1 ^c
Schweißbolzen für Lichtbogenbolzenschweißen nach Anhang N	2.1 ^c
^a Wenn Garnituren mit einer Losnummer des Herstellers versehen sind und der Hersteller die gemessenen charakteristischen Werte in den internen Dokumenten der (werkseigenen) Produktionskontrolle auf Basis dieser Nummer nachverfolgen kann, darf auf die Prüfbescheinigung 3.1 nach EN 10204 verzichtet werden. ^b Trifft zu, wenn Schrauben, Muttern oder Unterlegscheiben für die Verwendung in nicht vorgespannten Anwendungsfällen und nicht als Komponente einer Garnitur nach der Normenreihe EN 14399 oder der Normenreihe EN 15048 geliefert werden. ^c Für die Prüfbescheinigung 2.1 müssen die standardisierten Hauptanforderungen des Produktes (d. h. Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung, chemische Zusammensetzung) in einer Werksbescheinigung im Zuge des Auftrages bestätigt werden. ^d Qualitätsanforderungen für Gussstücke sind in EN 1999-1-1:2007, C.3.4.2, angegeben.	

Bei den Ausführungsklassen EXC3 und EXC4 muss die Rückverfolgbarkeit von Konstruktionsmaterialien in allen Stadien der Ausführung, von der Lieferung bis zum Einbau ins Tragwerk, gegeben sein.

Die Rückverfolgbarkeit darf bei üblichen Herstellverfahren auf fertigungslosbezogenen Prüfberichten beruhen, falls nicht die Rückverfolgung im Einzelnen gefordert wird.

Sind bei den Ausführungsklassen EXC2, EXC3 und EXC4 einzelne Konstruktionsmaterialien in verschiedenen Legierungen oder Zuständen vorhanden, muss jedes einzelne Teil nach Legierung und Zustand gekennzeichnet sein.

Die Art der Kennzeichnung von Konstruktionsmaterialien muss der von Bauteilen nach 6.2 entsprechen.

Falls eine Kennzeichnung gefordert ist, muss nicht gekennzeichnetes Material als nichtkonform behandelt werden.

5.3 Basiswerkstoff

In Tabelle 2 bis Tabelle 4 sind die in EN 1999-1-1 aufgeführten, genormten Werkstoffe und Zustände aufgelistet. Bereits bei der Materialauswahl müssen die vorgesehenen Bearbeitungsverfahren Berücksichtigung finden. Folgende Besonderheiten sollten dabei, soweit zutreffend, berücksichtigt werden:

- Verwendung von Material mit anisotropem Verhalten (hierzu zählen auch Strangpressprofile, die über Kammer- oder Brückenwerkzeuge hergestellt werden);

- b) Durchführung von Kaltumformarbeiten;
- c) Schweißungen an Material auf eine Weise, dass u. U. die Materialeigenschaften in Kurz-Quer-Richtung ungünstig beeinflusst werden.

ANMERKUNG Wo Walzmaterial aus EN AW-6082 mit den Schweißzusätzen Al 5356 oder Al 5556 oder Al 5356A nach EN ISO 18273 oder mit ähnlichen Schweißzusätzen geschweißt und dann im Gebrauch auf Zug senkrecht oder auf Abscheren parallel zur Walzebene beansprucht wird, wird der Hersteller der Konstruktionsmaterialien vorzugsweise mittels Abnahmeprüfzeugnis 3.1 bestätigen, dass das Materialverhalten in Kurz-Quer-Richtung durch diese thermischen Einflüsse nicht in unzulässiger Weise beeinträchtigt wird. Liegt eine derartige Bescheinigung nicht vor, wird der Fertigungsbetrieb für das zur Verwendung vorgesehene Material vorzugsweise eine Schweißverfahrensprüfung nach Anhang C durchführen. Wird als Schweißzusatz Al 4043A nach EN ISO 18273 verwendet, ist eine derartige Bescheinigung nicht notwendig.

- d) Produktionsbedingte Materialanwärmungen, welche die Materialeigenschaften beeinträchtigen können, z. B. Einbrennlackierungen;
- e) Schutzmaßnahmen im Hinblick auf eine eventuelle dekorative Oberflächenbehandlung.

Für die oben angeführten Fälle empfiehlt sich bereits in der Bestellphase eine entsprechende Abstimmung zwischen Lieferant und Besteller.

Tabelle 2 — Aluminium-Knetlegierungen – Bleche, Platten und Strangpressprofile

Legierung nach		Zustand nach EN 515
EN 573-1 und 3 numerisch	EN 573-2 und 3 Symbol	
EN AW-3103	EN AW-Al Mn1	H14; H16; H24; H26
EN AW-3004	EN AW-Al Mn1Mg1	H14; H16; H24; H26; H34; H36
EN AW-3005	EN AW-Al Mn1Mg0,5	H14; H16; H24; H26
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	O/H111; H12; H14; H22; H24; H32; H34
EN AW-5005A	EN AW-Al Mg1(C)	O/H111; H12; H14; H22; H24; H32; H34
EN AW-5049	EN AW-Al Mg2Mn0,8	O; H14; H111; H24; H34
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	H12; H14; H22; H24; H32; H34
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	O/H111; H12; H14; H22; H24; H32; H34; F; H112; H116; H321
EN AW-5383	EN AW-Al Mg4,5Mn0,9	O/H111; H116; H321
EN AW-5454	EN AW-Al Mg3Mn	O/H111; H14; H24; H34
EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	O/H111; H12; H14; H22; H24; H32; H34
EN AW-6005A	EN AW-Al SiMg(A)	T6
EN AW-6060	EN AW-Al MgSi	T5; T6; T64; T66
EN AW-6061	EN AW-Al Mg1SiCu	T4; T6; T451; T651
EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si	T5; T6; T66
EN AW-6082	EN AW-Al Si1MgMn	T4; T5; T6; T651; T61; T6151; T451
EN AW-6106	EN AW-Al MgSiMn	T6
EN AW-7020	EN AW-Al Zn4,5Mg1	T6; T651
EN AW-8011A	EN AW-AlFeSi(A)	H14; H16; H24; H26

Tabelle 3 — Aluminium-Knetlegierungen — Schmiedestücke

Legierung nach		Zustand nach EN 515
EN 586 Numerisch	EN 586 Symbol	
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	H112
EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	H112
EN AW-6082	EN AW-Al SiMgMn	T6

Tabelle 4 — Aluminiumlegierungen — Gussteile (Kokillen- oder Sandguss)

Legierung ^a nach		Zustand nach EN 1706
EN 1706 Numerisch	EN 1706 Symbol	
EN AC-42100	EN AC-Al Si7Mg0,3	Kokillenguss: T6; T64
EN AC-42200	EN AC-Al Si7Mg0,6	Kokillenguss: T6; T64
EN AC-43000	EN AC-Al Si10Mg(a)	Kokillenguss: F
EN AC-43300	EN AC-Al Si9Mg	Sandguss: T6 Kokillenguss: T6; T64
EN AC-44200	EN AC-Al Si12(a)	Sandguss, Kokillenguss: F
EN AC-51300	EN AC-Al Mg5	Sandguss, Kokillenguss: F
^a Anforderungen für Qualitätsprüfung von Gussstücken sind festzulegen. Hinweise sind in EN 1999-1-1 aufgeführt.		

5.4 Erzeugnisse aus Aluminium

Als Konstruktionsmaterialien sind Erzeugnisse nach Tabelle 5 aus Aluminium und Aluminiumwerkstoffen nach 5.3 zu verwenden.

Tabelle 5 — Normen für Aluminiumerzeugnisse

Erzeugnis	allgemeine Festlegungen/ Bewertung und Prüfverfahren	Abweichungen
stranggepresste Stangen, Rohre und Profile	EN 755-1	EN 755-3 Rundstangen EN 755-4 Vierkantstangen EN 755-5 Rechteckstangen EN 755-6 Sechskantstangen EN 755-7 nahtlose Rohre EN 755-8 mit Kammerwerkzeug stranggepresste Rohre EN 755-9 Profile

Erzeugnis	allgemeine Festlegungen/ Bewertung und Prüfverfahren	Abweichungen
stranggepresste Präzisionsprofile	EN 12020-1	EN 12020-2
kalt gezogene Stangen und Rohre	EN 754-1	EN 754-3 Rundstangen EN 754-4 Vierkantstangen EN 754-5 Rechteckstangen EN 754-6 Sechskantstangen EN 754-7 nahtlose Rohre EN 754-8 mit Kammerwerkzeug stranggepresste Rohre
Schmiedestücke	EN 586-1	EN 586-3
Bleche, Bänder und Platten	EN 485-1	EN 485-3 warmgewalzte Erzeugnisse EN 485-4 kaltgewalzte Erzeugnisse
Gussstücke	EN 1559-1, EN 1559-4	EN ISO 8062-1 EN ISO 8062-3 CEN ISO/TS 8062-2
Drähte	EN 1301-1	EN 1301-3

5.5 Schweißzusätze

Schweißzusätze müssen die Anforderungen nach EN ISO 18273 erfüllen. Die für die vorgesehenen Basiswerkstoffe zu verwendenden Schweißzusätze müssen festgelegt sein.

ANMERKUNG Passende Schweißzusätze für die verschiedenen Ausgangs-Knethalbzeuge aus Aluminium sind in EN 1999-1-1 aufgelistet.

5.6 Mechanische Verbindungsmittel

5.6.1 Schrauben, Muttern und Scheiben

Die Verschraubungskategorie (Schraube, Mutter und Scheibe), Produktnorm, Festigkeitsklasse und sonstige Anforderungen, z. B. Oberflächenbehandlung, müssen im Einzelnen festgelegt sein.

Es müssen Verbindungsmittel nach Tabelle 6 verwendet werden. Sofern eine Oberflächenbehandlung vorgesehen ist, sind alle Teile der Garnituren hochfester Verbindungsmittel mit der gleichen Oberflächenbehandlung zu liefern.

Alle Teile einer Schraubengarnitur müssen eine einheitliche Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Der Hersteller hochfester Schrauben, Muttern und Unterlegschrauben ist für deren vorherige Feuerverzinkung verantwortlich.

Tabelle 6 — Verschraubungskombinationen und Verschraubungskategorien

Verbindungs- kategorie nach EN 1999-1-1	Schrauben		Muttern		Unterleg- scheiben ^b
	Produktnorm	Festigkeits- klasse	Produktnorm	Festigkeitsklasse	Produkt- norm
A, D	EN ISO 4014 EN ISO 4017 EN 15048-1	Aluminium nach EN 28839 ^a	EN ISO 4032 EN 15048-1	Aluminium nach EN 28839 ^a	EN ISO 7091
A, D	EN ISO 4014 EN ISO 4017 EN ISO 4762 EN ISO 2009 EN 15048-1	Nichtrostender Stahl Klasse 50 nach EN ISO 3506-1	EN ISO 4032 EN 15048-1	Nichtrostender Stahl Festigkeitsklasse 50 nach EN ISO 3506-2	EN ISO 7089 EN ISO 7090
A, D	EN ISO 4014 EN ISO 4017 EN ISO 4762 EN ISO 2009 EN ISO 7046-2 EN 15048-1	Nichtrostender Stahl Klasse 70 nach EN ISO 3506-1	EN ISO 4032 EN 15048-1	Nichtrostender Stahl Festigkeitsklasse 70 nach EN ISO 3506-2	EN ISO 7089 EN ISO 7090
A, D	EN 15048-1	Nichtrostender Stahl Klasse 80 ^c nach EN ISO 3506-1	EN 15048-1	Nichtrostender Stahl Festigkeitsklasse 80 ^c nach EN ISO 3506-2	
A, D	EN ISO 4016 EN ISO 4018 EN 15048-1	Festigkeitsklasse 4.6 nach EN ISO 898-1	EN ISO 4034 EN ISO 4032 EN 15048-1	≤ M16: Festigkeitsklasse 5 > M16: Festigkeitsklasse 4 oder 5 nach EN ISO 898-2	EN ISO 7091 EN ISO 7089 EN ISO 7090
A, D	EN ISO 4014 EN ISO 4017 EN 15048-1	Festigkeitsklasse 5.6 nach EN ISO 898-1	EN ISO 4032 EN 15048-1	Festigkeitsklasse 5 nach EN ISO 898-2	EN ISO 7091 EN ISO 7089 EN ISO 7090
A, D	EN ISO 4014 EN ISO 4017 EN ISO 4762 EN ISO 7046-2 EN ISO 10642 EN 15048-1	Festigkeitsklasse 8.8 nach EN ISO 898-1	EN ISO 4032 EN 15048-1	Festigkeitsklasse 8 nach EN ISO 898-2	EN ISO 7091 EN ISO 7089 EN ISO 7090
A, D	EN 14399-7	Festigkeitsklasse 8.8	EN 14399-3	Festigkeitsklasse 8	EN 14399-5 EN 14399-6
A, D	EN ISO 10642 EN 15048-1	Festigkeitsklasse 10.9 nach EN ISO 898-1	EN ISO 4032 EN 15048-1	Festigkeitsklasse 10 nach EN ISO 898-2	EN ISO 7091 EN ISO 7089 EN ISO 7090

Verbindungs- kategorie nach EN 1999-1-1	Schrauben		Muttern		Unterleg- scheiben ^b
	Produktnorm	Festigkeits- klasse	Produktnorm	Festigkeitsklasse	Produkt- norm
A, D	EN 14399-7	Festigkeitsklasse 10.9	EN 14399-3	Festigkeitsklasse 10	EN 14399-5 EN 14399-6
A, B, C, D, E	EN 14399-3	Festigkeitsklasse 8.8	EN 14399-3	Festigkeitsklasse 8	EN 14399-5 EN 14399-6
A, B, C, D, E	EN 14399-3 EN 14399-10	Festigkeitsklasse 10.9	EN 14399-3 EN 14399-10	10	EN 14399-5 EN 14399-6
A, B, C, D, E	EN 14399-4 EN 14399-8	Festigkeitsklasse 10.9	EN 14399-4	10	EN 14399-6
ANMERKUNG Die Kategorien der Schraubenverbindungen nach EN 1999-1-1 sind wie folgt: A – Verdübelung, auflagernd; B – Verdübelung, gleitfest im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit; C – Verdübelung, gleitfest im Grenzzustand der Tragfähigkeit; D – Spannungsverbindung, Verbindung mit nicht vorgespannten Schrauben; E – Spannungsverbindung, Verbindung mit vorgespannten Schrauben.					
^a Nur in EN 1999-1-1 aufgeführte Materialien dürfen verwendet werden. ^b Für übergroße Löcher und Langlöcher können auch Unterlegscheiben nach EN ISO 7093-1, EN ISO 7093-2 und EN ISO 7094 eingesetzt werden. ^c Sofern festgelegt, dürfen A4-80 Schrauben verwendet werden.					

ANMERKUNG Genormte Produkte mit Sicherungseigenschaften sind z. B. in EN ISO 2320, EN ISO 7040, EN ISO 7042, EN ISO 7719, EN ISO 10511, EN ISO 10512 und EN ISO 10513 definiert.

5.6.2 Schweißbolzen

Abmessungen und Form von Schweißbolzen müssen EN ISO 13918 entsprechen.

ANMERKUNG Siehe informativen Anhang N für Schweißbolzen mit einer Verbindung durch Lichtbogenbolzenschweißen mit Spitzenzündung.

5.6.3 Niete

Niete müssen den Anforderungen nach EN 1999-1-1 entsprechen.

5.6.4 Selbstbohrende und gewindefurchende Schrauben

Selbstbohrende Schrauben müssen den Anforderungen nach EN ISO 15480 und gewindefurchende Schrauben den Anforderungen von EN ISO 1481, EN ISO 7049, EN ISO 1479 oder ISO 10509 entsprechen.

Werden selbstbohrende oder gewindefurchende Schrauben für ähnliche Anwendungen verwendet, wie beim Befestigen von Trapezblechen (d. h. Befestigen dünner Materialteile auf einer dickwandigen Unterkonstruktion), müssen bei Waddicken größer als 2 mm die zu verbindenden Bauteile vorgebohrt oder Schrauben mit hinterschnittenen Gewinde verwendet werden.

5.6.5 Lager

Lager für Tragwerke müssen jeweils den Anforderungen nach EN 1337-3, EN 1337-4, EN 1337-5, EN 1337-6 oder EN 1337-8 entsprechen.

5.7 Klebungen

Anforderungen an die Materialeigenschaften hinsichtlich Kurzzeit- und Langzeitverhalten sind für jeden Fall festzulegen.

ANMERKUNG Es existieren keine Europäischen Normen mit Anforderungen an die Eigenschaften von Klebstoffen, für die Anwendung für tragende geklebte Verbindungen.

6 Vorbereitung

6.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt die Anforderungen für die Vorbereitung der Ausführung von Aluminiumtragwerken fest.

Tragende Aluminiumbauteile müssen innerhalb der Toleranzvorgaben nach 11.2 hergestellt werden.

ANMERKUNG Schweißen und mechanisches Verbinden siehe Abschnitt 7 und Abschnitt 8.

Anforderungen an Kontrollen, Prüfungen und Nachbesserung siehe 12.3.

6.2 Identifizierbarkeit

Bei den Ausführungsklassen EXC2, EXC3 und EXC4 müssen alle Konstruktionsmaterialien klar und eindeutig gekennzeichnet oder identifizierbar sein (z. B. unterschiedliche Strangpressquerschnitte), wenn Material verschiedener Legierungen doch in unterschiedlichen Zuständen vorhanden ist. Die Kennzeichnung muss dauerhaft sein, z. B. durch Farbe, Aufkleber, Anhänger oder Strichkodierung usw. Die Art der Kennzeichnung ist zwischen dem Lieferanten der Konstruktionsmaterialien und dem Verarbeiter zu vereinbaren.

Es muss sichergestellt sein, dass durch die Kennzeichnung nicht die Endverwendung des Produktes beeinträchtigt wird. Kennzeichnungen mittels Meißel oder Auftragsschweißung sind nicht zulässig. Schlagzahlen dürfen nur benutzt werden, falls ausdrücklich erlaubt.

Bei den Ausführungsklassen EXC2, EXC3 und EXC4 muss jedes Teil oder Lieferlos gleichartiger Teile eines Aluminiumtragwerks während sämtlicher Fertigungsabschnitte bis zum Zusammenbau eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet oder identifizierbar sein.

6.3 Handhabung, Lagerung und Transport

Konstruktionsmaterialien und Bauteile müssen so sicher verpackt, transportiert, befördert und gelagert werden, dass sie nicht verbogen und Oberflächenschädigungen möglichst vermieden werden. Anweisungen der Hersteller und Lieferanten von Konstruktionsmaterialien sind dabei einzuhalten.

Haben sich die Konstruktionsmaterialien so verschlechtert, dass sie nicht mehr den einschlägigen Normen entsprechen, müssen sie als nichtkonform angesehen und behandelt werden.

6.4 Schneiden

Trennschnitte müssen so ausgeführt werden, dass die Anforderungen dieses Dokuments an die Güte der Schnittflächen erfüllt werden.

Trennschnitte müssen durch Sägen, Abscheren, Stanzen, thermisches Schneiden oder Wasserstrahl-schweißen ausgeführt werden. Schnittfehler oder sonstige Oberflächenfehler sind mittels geeigneter mechanischer Verfahren zu beseitigen, z. B. durch Fräsen, Schleifen, Feilen, Schaben.

Falls nicht anders festgelegt, müssen die Flächen von Trennschnitten innerhalb der in Tabelle 7 angegebenen Grenzen liegen.

Tabelle 7 — Toleranzen für Schnitte nach EN ISO 9013

Ausführungsklasse	Rechtwinkligkeit und Neigungstoleranzen u	gemittelte Rautiefe des Profils, Rz5
EXC1	Schnittflächen müssen frei von signifikanten Unregelmäßigkeiten sein und Schneidreste müssen entfernt werden.	
EXC2	Bereich 5	Bereich 4
EXC3 and EXC4	Bereich 4	Bereich 4

Scherkanten und gestanzte Ausklinkungen müssen frei von Kerben und Rissen sein. Gegebenenfalls sind die Schnittflächen nachzuarbeiten.

Sind scharfe Kanten aus technischen Gründen zu entfernen, so ist dies festzulegen.

Bauteile aus EN AW-7020 dürfen nur geschert oder gestanzt werden, wenn nachfolgende Bedingungen eingehalten werden:

- Falls geschweißt wird, müssen gescherte oder gestanzte Kanten vollständig aufgeschmolzen werden. Ist dies nicht der Fall, müssen vor dem Schweißen die Kanten um das 0,4-Fache der Erzeugnisdicke, höchstens jedoch um 3 mm, abgearbeitet werden.
- Falls nicht geschweißt wird und die oben angeführte mechanische Bearbeitung nicht erfolgt, darf stattdessen eine zusätzliche Wärmebehandlung durchgeführt werden. Dies gilt jedoch nur für Wanddicken bis zu 5 mm.

ANMERKUNG Zur Durchführung einer zusätzlichen Wärmebehandlung bei EN AW-7020 siehe 7.7.

6.5 Umformarbeiten

Formgebungen sollten vorzugsweise durch Kaltumformung erfolgen, z. B. Biegen, Abkanten oder Prägen. Arbeiten, welche die Werkstoffeigenschaften nennenswert verändern (z. B. Entfestigung durch Anwendung von Wärme; Materialverhärtung als Folge von Kaltumformung), dürfen nur vorgenommen werden, falls dies erlaubt ist und die vorgeschriebenen Prüfungen vorgenommen werden.

Bei Umformarbeiten dürfen keine Risse entstehen.

Umformzonen sind gleich nach der Umformung nach 12.3.1 zu prüfen.

Das Anzeichnen von Biegekanten darf nur mit weichen Graphit- oder Farbstiften erfolgen.

6.6 Löcher für mechanische Verbindungsmittel

Löcher müssen gebohrt, gestanzt oder durch Wasserstrahlschneiden hergestellt werden. Die Größen der Löcher müssen festgelegt sein. Sofern nicht anders festgelegt, muss das maximale Lochspiel Tabelle 8 entsprechen. Falls nicht anders festgelegt, müssen die inneren Oberflächen der durch Wasserstrahlschneiden hergestellten Löcher innerhalb des Bereichs 4 nach EN ISO 9013:2017 liegen. Dies gilt für Rechtwinkligkeit, Neigungstoleranzen sowie die gemittelte Rautiefe. Grate müssen entfernt werden.

Bei allen Verschraubungskategorien darf ein Stanzen nur bis zu Dicken von 25 mm erlaubt werden. Gestanzte Löcher in zugbeanspruchten Teilen mit Dicken zwischen 16 mm und 25 mm müssen mit einem Untermaß von mindestens 2 mm gestanzt und danach aufgerieben werden.

Teile aus EN AW-7020 dürfen nur unter Beachtung von 6.4 gestanzt werden. Werden die Löcher später mit Schrauben dicht verschlossen, sind die Zusatzmaßnahmen nach 6.4 nicht notwendig.

Werden Löcher für Schrauben bzw. Niete zur Verbindung mehrerer Bauteile gemeinsam in fest zusammengeklebtem Zustand gebohrt, müssen die Teile nur dann wieder auseinandergenommen und die Grate entfernt werden, wenn dies ausdrücklich festgelegt ist.

Kühl- und Schmiermittel müssen chemisch neutral sein.

Tabelle 8 — Maximales Lochspiel für Schrauben, Niete und Bolzen

Art der Verbindung und Verschraubungskategorie	Werkstoff	Nenndurchmesser, d mm	maximales Lochspiel im Durchmesser ^a mm
Schraubengarnituren mit Passung — (A, D, E) ^b	—	alle	≤ 0,3
Schraubengarnituren ohne Passung und Bolzen — (A, B, D, E) (normale Löcher)	—	alle	≤ 1
Verbindungsmittel in übergroßen Löchern — (A, D, E)	—	alle	der größere Wert von: 2 und 0,15 × Durchmesser.
Vollniete — (A), siehe 5.6.3.	Aluminium	< 13 ≥ 13	≤ 0,4 ≤ 0,8
	Nichtrostender Stahl	< 13 ≥ 13	≤ 0,8 ≤ 1,6
hochfeste Schraubengarnituren nach EN 14399-3 oder EN 14399-4 (alle Lagen, oder die zwei äußeren Lagen bei mehr als drei Lagen) (C)	Stahl	≤ 24 > 24	≤ 2 ≤ 3
hochfeste Schraubengarnituren nach EN 14399-3 oder EN 14399-4 (die inneren Lagen bei mehr als drei Lagen) (C)	Stahl	alle	≤ 3
^a Wegen unregelmäßiger oder überschüssiger Zinkauflagen bei den Schrauben sollte das Lochspiel nicht größer gewählt werden.			
^b Für Löcher in Kombination mit Schrauben nach EN 14399-8 ist die Toleranz für das Loch H11 nach EN ISO 286-2.			

Löcher für Schraubengarnituren mit Passung werden mindestens 2 mm kleiner als der Gewinde- bzw. Schaftdurchmesser gebohrt und danach aufgerieben. Gehen Verbindungsmittel durch mehrere Lagen hindurch, müssen diese beim Aufreiben fest zusammengehalten werden.

Im Allgemeinen gilt, dass Löcher auch ohne nachträgliches Aufreiben gebohrt werden können, wenn die Bauteile fest zueinander fixiert sind und das maximale Lochspiel eingehalten wird.

Bei Ansenkungen müssen die Ansenkmaße festgelegt sein. Die Ansenkung muss so ausgeführt werden, dass der Schraubenkopf nach dem Einbau blecheben ist.

Der Ansenkwinkel muss mit dem Winkel des Schraubenkopfs übereinstimmen.

Bei Senknieten muss das Ansenken so ausgeführt werden, dass nach dem Nieten der Nietkopf die Ansenkung voll ausfüllt und der Kopf blecheben ist. Das Ansenkmaß muss festgelegt sein.

ANMERKUNG In Bezug auf Löcher für selbstschneidende und gewindefurchende Schrauben siehe 5.6.4.

Bei Langlöchern muss deren Istlänge für Schraubendurchmesser < 20 mm mit einer Abweichung von ± 1 mm und für Schraubendurchmesser ≥ 20 mm mit einer Abweichung von ± 2 mm festgelegt werden. Die Breite darf $(d + 1)$ mm nicht überschreiten (siehe EN 1999-1-1). Bei kurzen Langlöchern darf deren Länge nicht mehr als $1,5 (d + 1)$ mm und bei langen Langlöchern nicht mehr als $2,5 (d + 1)$ mm betragen. Langlöcher dürfen nur in einem Anschlussstück einer Verbindung vorhanden sein.

6.7 Ausschnitte

Falls nicht anders festgelegt, sind einspringende Ecken und Ausklinkungen mit mindestens 5 mm Radius auszurunden.

Bei gestanzten Ausschnitten an Bauteilen aus EN AW-7020 sind die Anforderungen nach 6.6 und 6.4 zu beachten.

6.8 Oberflächen von Kontaktstößen

Kontaktstöße sind so vorzubereiten, dass sie den Anforderungen nach 11.2.2.3 genügen.

6.9 Zusammenbau

Zur Sicherstellung, dass Bauteile zueinander passen, müssen Probemontagen durchgeführt werden. Wird ein Zusammenbau der gesamten Tragstruktur gefordert, ist dies festzulegen.

Probemontagen müssen so erfolgen, dass dabei die festgelegten Maße und Geometrien aller Komponenten sowie die festgelegte Art und die festgelegten Abmessungen aller Schweißnähte eingehalten werden können.

6.10 Wärmebehandlung

Jegliche Behandlung von Konstruktionsmaterialien aus Aluminium mit Wärme muss nach einem qualifizierten Verfahren durchgeführt werden. Derartige qualifizierte Verfahren können Teil der technischen Unterlagen des Herstellers der Konstruktionsmaterialien sein. Sie dürfen nur bei Vorhandensein geeigneter Einrichtungen vorgenommen werden.

6.11 Richten

Warmrichten ist nicht erlaubt. Ausnahmen sind möglich:

- a) wenn nicht aushärtbare Legierungen im Zustand O vorliegen;
- b) wenn andere Legierungen und/oder Zustände vorliegen und die Richtoperationen (durch Flamme oder Richtschweißungen) in mechanisch niedrig beanspruchten Zonen unter genauer Überwachung und Protokollierung der Temperaturen erfolgen.

Die Notwendigkeit der Durchführung derartiger Arbeiten muss aus den Ausführungsunterlagen hervorgehen.

ANMERKUNG Abhängig von Werkstoff und Zustand kann Wärme (Temperatur und Einwirkungsdauer) die Festigkeit und mitunter auch das innere Gefüge des Metalls verändern.

7 Schweißen

7.1 Allgemeines

Schweißen muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen des maßgebenden Teils von EN ISO 3834 durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Eine Anleitung zur Umsetzung von EN ISO 3834 über Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe ist in CEN ISO/TR 3834-6 enthalten.

Bezüglich der einzelnen Ausführungsklassen gilt für:

- EXC1 EN ISO 3834-4 „Elementare Qualitätsanforderungen“;
- EXC2 EN ISO 3834-3 „Standard-Qualitätsanforderungen“;
- EXC3 und EXC4 EN ISO 3834-2 „Umfassende Qualitätsanforderungen“.

ANMERKUNG 2 Bei Schweißungen auf der Oberfläche von Blechen und Platten siehe ANMERKUNG 1 in 5.3.

7.2 Schweißplan

7.2.1 Erfordernis eines Schweißplans

Für die Ausführungsklassen EXC2, EXC3 und EXC4 ist ein Schweißplan unter Beachtung der Anforderungen nach EN ISO 3834-2 oder EN ISO 3834-3, soweit maßgebend, zu erstellen.

7.2.2 Inhalt eines Schweißplans

Der Schweißplan muss, soweit zutreffend, mindestens die folgenden Punkte enthalten:

- a) Einzelheiten der Verbindung;
- b) Abmessungen und die Art der Schweißnaht;
- c) Schweißnahtvorbereitung, einschließlich Entfernen der Oxidschicht;
- d) Schweißanweisungen, eingeschlossen die Anforderungen an die Schweißzusätze und alle Anforderungen für das Vorwärmen und die Zwischenlagen;

- e) Maßnahmen, um Verzug während und nach dem Schweißen zu vermeiden;
- f) Schweißfolge mit allen Einschränkungen hinsichtlich der zulässigen Stellen für die Start- und Stoppositionen, eingeschlossen Zwischenstopp- und Startpositionen, wenn die Nahtgeometrie so ist, dass das Schweißen nicht ununterbrochen ausgeführt werden kann;

Falls beim Zusammenbau vorher ausgeführte Schweißnähte überlappt oder unzugänglich werden, muss überlegt werden, welche Schweißnähte zuerst ausgeführt werden müssen und ob die Notwendigkeit besteht, eine Schweißnaht zu bewerten und zu prüfen, bevor eine zweite Schweißnaht ausgeführt wird bzw. bevor abdeckende Bauteile eingebaut werden.

- g) alle Anforderungen bezüglich Zwischenprüfungen;
- h) in Verbindung mit der Schweißfolge jedes Drehen der Bauteile während des Schweißvorganges;
- i) Details aller angewendeten Einspannungen;
- j) alle Anweisungen für die Wärmebehandlung;
- k) spezielle Einrichtungen für die Schweißzusätze (Freihalten von Feuchtigkeit usw.);
- l) Verweisung auf 12.4 hinsichtlich des Prüfplans;
- m) Anforderungen an Abnahmebedingungen für Schweißnähte in Verbindung mit 12.4.4;
- n) Anforderungen an die Identifizierbarkeit von Schweißungen.

7.3 Schweißprozesse

Falls nicht anders festgelegt, kann Schweißen mit einem der folgenden, in EN ISO 4063 definierten, Schweißprozesse durchgeführt werden:

- a) 131: Metall-Inertgasschweißen, MIG-Schweißen;
- b) 141: Wolfram-Inertgasschweißen, WIG-Schweißen;
- c) 43: Rührreibschweißen (FSW).

Ist kein Schweißverfahren festgelegt, muss das Metall-Inertgasschweißen angewandt werden.

7.4 Qualifizierung von Schweißverfahren und Schweißpersonal

7.4.1 Qualifizierung von Schweißverfahren

Für die Ausführungsklassen EXC2, EXC3 und EXC4 ist das Schweißen nach qualifizierten Schweißanweisungen in Übereinstimmung mit EN ISO 15609-1 auszuführen. Schweißverfahren FSW müssen EN ISO 25239-4 entsprechen.

Für die Ausführungsklassen EXC3 und EXC4 ist die Qualifizierung der Lichtbogen-Schweißverfahren nach EN ISO 15614-2 oder, falls zutreffend, nach EN ISO 15613 durchzuführen. Für die Ausführungsklasse EXC2 ist die Qualifizierung des Schweißverfahrens nach einer der nachfolgenden Normen durchzuführen: EN ISO 15612, EN ISO 15613, EN ISO 15614-2.

Für andere Schweißprozesse sind EN ISO 15613 und, soweit geeignet, der zutreffende Teil von EN ISO 15614 anzuwenden.

Werden die Qualifizierungsmethoden nach EN ISO 15613 oder EN ISO 15614-2 angewendet, müssen die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- a) Stumpfnähte dürfen Kehlnähte nicht qualifizieren;
- b) für die Qualifizierung von Kehlnähten muss die Verfahrensprüfung nach Anhang C eingeschlossen sein.

Die Qualifizierung von Schweißverfahren für Stumpfnähte mit teilweiser Durchschweißung für $t < 12$ mm muss eine gleichmäßige Eindringtiefe dokumentieren. Dies kann durch zwei Makro-Schliffuntersuchungen für jede Geometrie der Verbindung geschehen. Die Prüfung kann auch für einen Dickenbereich mit ähnlicher Verbindungsgeometrie verwendet werden (teilweise durchgeschweißte Y-Stumpfnah oder teilweise durchgeschweißte HV-Nähte mit unterschiedlichen Winkeln für die Schweißnahtvorbereitung.

ANMERKUNG Die Dokumentierung der Eindringtiefe für Stumpfnähte mit teilweiser Durchschweißung für $t \geq 12$ mm kann durch Ultraschallprüfung (UT) erfolgen.

Für Verbindungen in Fachwerktragwerken aus Hohlprofilen müssen die Zonen für Beginn und Ende der Schweißung sowie die Methode, wie der Übergang von Kehlnaht zu Stumpfnah zu bewerkstelligen ist, definiert sein.

Wenn Schmiedestücke geschweißt werden müssen, kann es in Abhängigkeit von deren Form notwendig werden, die mechanisch-technologischen Werte der Schweißnaht durch eine vorgezogene Arbeitsprüfung nachzuweisen.

Gussstücke dürfen nicht geschweißt werden, es sei denn, dies ist ausdrücklich vorgeschrieben.

Eine Übersicht zur Erstellung und Anwendung einer Schweißanweisung ist Anhang M zu entnehmen.

Zugversuche für das Schweißverfahren FSW sollten nach den Vorgaben in EN ISO 4136:2012 ausgeführt werden. Die Prüfkörper für Zugversuche sollten den gesamten Querschnitt der Naht enthalten, d.h. der gesamte Testabschnitt mit $t = t_s$, unter Beachtung von Bild 1a) in EN ISO 4136:2012. Die Messlänge L_0 sollte 100 mm betragen, d. h. $L_c \geq L_s + 100$, unter Beachtung von Bild 2a) in EN ISO 4136:2012. Wenn Strangpressprofile mit hervorstehenden Details geschweißt werden, sollten die Prüfkörper entsprechend parallel bearbeitet werden, so dass $t = t_s$ ist.

Die Abnahmekriterien für Zugversuche für das Schweißverfahren FSW von nicht aushärtbaren Legierungen müssen EN ISO 25239-4 entsprechen. Für aushärtbare Legierungen gelten die Abnahmekriterien der Gleichungen (7.1.) und (7.2).

$$\sigma_{\min,w} \geq f_{u,haz} \text{ und} \quad (7.1)$$

$$R_{p0,2,100} \geq f_{o,haz} \quad (7.2)$$

Dabei ist

$\sigma_{\min,w}$ die Zugfestigkeit des geschweißten Werkstoffs nach EN ISO 4136;

$R_{p0,2,100}$ die 0,2-Dehngrenze nach EN ISO 4136 mit einer Bezugslänge von $L_0 = 100$ mm.

$f_{u,haz}$ und $f_{o,haz}$ siehe EN 1999-1-1.

7.4.2 Gültigkeit der Qualifizierung eines Schweißverfahrens

Wenn ein nach EN ISO 15614-2 qualifiziertes Schweißverfahren vom Hersteller seit mehr als einem Jahr nicht angewendet worden ist, muss vom Hersteller eine Arbeitsprüfung durchgeführt werden, bei der Form und Abmessungen den Anforderungen nach EN ISO 15614-2 und gegebenenfalls dem Anhang C dieses Dokuments entsprechen. Die Untersuchung und Prüfung müssen einschließen: Sichtprüfung, Radiographie, Oberflächenrissprüfung und Makro-Schliffuntersuchung.

7.4.3 Qualifizierung der Schweißer und Bediener

Schweißer müssen nach EN ISO 9606-2 und Bediener nach EN ISO 14732 qualifiziert sein. Die Bediener für Schweißverfahren FSW müssen nach EN ISO 25239-3 qualifiziert sein.

Für das Schweißen von Fachwerktragwerken aus Hohlprofilen müssen die Schweißer durch eine einseitige Schweißprüfung, ausgeführt an einem Rohrknotenanschluss nach Bild 1, qualifiziert sein.

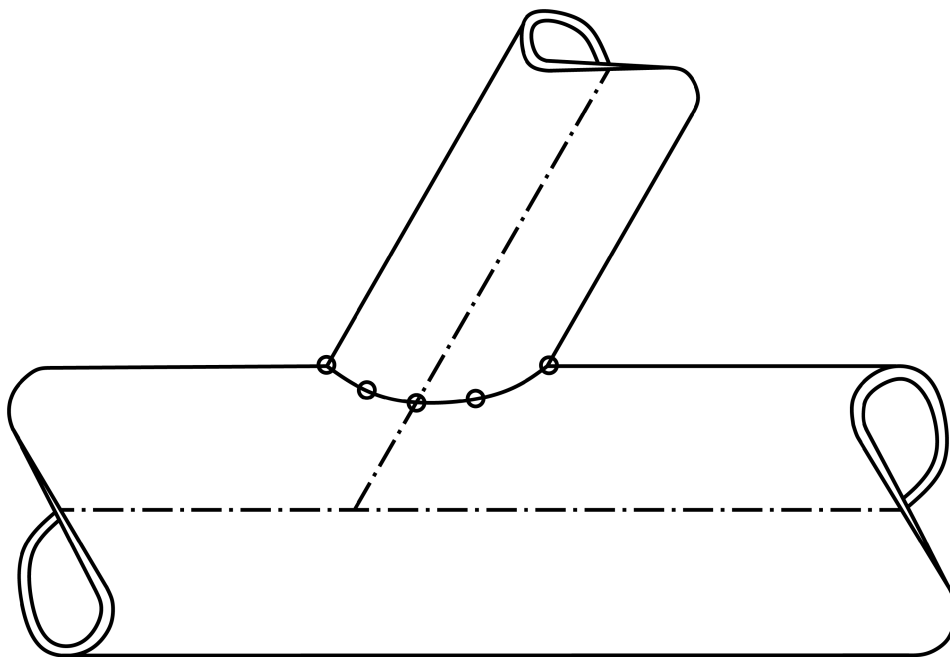


Bild 1 — Rohrknotenanschluss

Bei Rohrknotenanschlüssen kann die Schweißnaht am Umfang von Stumpfnahtheilung zu Kehlnahtheilung wechseln.

Die Prüfbescheinigungen aller Schweißer und Bediener sind für eine Überprüfung aufzubewahren.

7.4.4 Schweißaufsichtspersonal

Für die Ausführungsklassen EXC2, EXC3 und EXC4 muss während der Schweißarbeiten die Schweißaufsicht durch eine ausreichend qualifizierte Schweißaufsichtsperson sichergestellt werden. Sie muss über Erfahrungen, wie in EN ISO 14731 festgelegt, in den zu überwachenden Schweißarbeiten verfügen.

Die erforderlichen technischen Kenntnisse des Schweißaufsichtspersonals für die Ausführungsklassen EXC2, EXC3 und EXC4 sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Die Schweißaufsichtsperson ist verantwortlich für die Qualifizierungsverfahren der Schweißer/Bediener von Schweißeinrichtungen. Die Schweißaufsichtspersonen dürfen als Prüfer agieren, wenn dies in ihrem Kompetenzbereich liegt. Wenn die Qualifizierung durch externe Prüfer/Prüfstellen vorgenommen wird,

sollte dies in Übereinstimmung mit den Verfahren von EN ISO/IEC 17024 oder EN ISO/IEC 17020 geschehen.

Tabelle 9 — Erforderliche technische Kenntnisse des Schweißaufsichtspersonals

Ausführungsklasse	Basiswerkstoff	Art des Schweißzusatzes			
		Typ 3, Typ 4		Typ 5	
		Material-Ne­nndicke mm		Material-Ne­nndicke mm	
		t ≤ 12 ^a	t > 12	t ≤ 12 ^a	t > 12
EXC2	3xxx, 5xxx	B	S	B	S
	Sonstige			S	
EXC3	3xxx, 5xxx	S	S	S	C
	Sonstige		C	C	
EXC4	alle	C			
B technische Basiskenntnisse nach EN ISO 14731; S spezielle technische Kenntnisse nach EN ISO 14731; C umfassende technische Kenntnisse nach EN ISO 14731.					
ANMERKUNG Diese Tabelle enthält keine Empfehlungen über die Kombinierbarkeit der Konstruktionsmaterialien (Basiswerkstoff und Schweißzusatz). Erlaubte und empfohlene Kombinationen siehe EN 1999-1-1.					
^a Endplatten bis zu 25 mm Dicke.					

7.5 Vorbereitung und Ausführung der Schweißarbeiten

7.5.1 Allgemeines

Schweißungen sind in Übereinstimmung mit den in EN 1011-1 und EN 1011-4 angegebenen Empfehlungen durchzuführen.

Werden andere Schweißprozesse, als in 7.3 aufgeführt, angewendet, müssen die Anforderungen an die Schweißungen festgelegt und diese durch eine geeignete Schweißverfahrensprüfung qualifiziert sein.

Das Zeitintervall zwischen Reinigen und Schweißen muss so kurz wie möglich sein und darf 4 h nicht überschreiten.

Alle Anforderungen an das Schleifen der fertigen Schweißnahtoberflächen müssen festgelegt werden.

7.5.2 Schweißnahtvorbereitung

Es gelten die in EN 1011-1 und EN 1011-4 angegebenen Empfehlungen. Zusätzlich gilt:

- Die Nahtvorbereitung, einschließlich geometrischer Abweichungen und Passgenauigkeit, muss den Bedingungen der Schweißverfahrensprüfung entsprechen;
- müssen Fehler in Bezug auf die Geometrie der Verbindung durch Auftragsschweißung korrigiert werden, ist dafür ein qualifiziertes Schweißverfahren anzuwenden. Es muss dabei nachgewiesen werden, dass dadurch die Tragwerkeigenschaften nicht beeinträchtigt werden.

7.5.3 Witterungsschutzmaßnahmen

Sowohl Schweißer und Bediener als auch der Arbeitsplatz müssen ausreichend gegenüber Witterungseinflüssen, besonders gegen Wind, geschützt sein.

Die zu verschweißenden Oberflächen müssen trocken und frei von Kondenswasser gehalten werden.

Liegt die Temperatur von zu schweißendem Material unter 5 °C, kann ein Vorwärmen erforderlich sein, wobei dies auf geeignete Weise zu geschehen hat.

7.5.4 Zusammenbau zum Schweißen

Es gelten die in EN 1011-1 und EN 1011-4 angegebenen Empfehlungen. Zusätzlich gilt:

- a) Die zu verschweißenden Bauteile müssen ausgerichtet und durch Heftnähte oder durch von außen wirkende Hilfsmittel in Position gehalten sein und müssen dies in der Anfangsphase auch bleiben;
- b) der Zusammenbau muss so ausgeführt werden, dass das Aneinanderpassen der Anschlüsse und die Endmaße der Bauteile innerhalb der festgelegten Toleranzen liegen. Dabei sind angemessene Zugaben für Verzug und Schrumpfung zu berücksichtigen;
- c) die zu verschweißenden Bauteile müssen so zusammengebracht und in Position gehalten werden, dass die zu schweißenden Anschlüsse für das Schweißen ohne Weiteres zugänglich und für Schweißer/Bediener sowie die Schweißaufsicht gut zu übersehen sind.

7.5.5 Montagehilfen

Es muss festgelegt sein, ob das Anschweißen von Montagehilfen erlaubt ist. Ist dies der Fall, müssen jene Bereiche festgelegt werden, wo ein Anschweißen derartiger Hilfen nicht erlaubt ist.

Es gelten die in EN 1011-1 und EN 1011-4 angegebenen Empfehlungen. Zusätzlich gilt:

- a) Alle Anschweißungen von Montagehilfen sind in Übereinstimmung mit einer Schweißanweisung auszuführen;
- b) müssen angeschweißte Montagehilfen durch Schneiden oder Spanen entfernt werden, ist die Oberfläche des Basiswerkstoffs anschließend sorgfältig glatt und blechen zu bearbeiten.

7.5.6 Heftnähte

Es gelten die in EN 1011-1 und EN 1011-4 angegebenen Empfehlungen. Zusätzlich gilt:

- a) Heftnähte müssen an für Nahtanfang bzw. Nahtende geeigneten Stellen ausgeführt werden;
- b) bei Verbindungen der Ausführungsklassen EXC3 und EXC4, die mit einem automatischen oder voll mechanisierten Verfahren geschweißt werden, müssen die Bedingungen für das Legen der Heftnähte in der Schweißanweisung enthalten sein.

7.5.7 Vorwärmen und Zwischenlagentemperaturen

Vorwärmtemperaturen und maximale Zwischenlagentemperaturen müssen den Empfehlungen von EN 1011-4 entsprechen.

7.5.8 Stumpfnähte

Es gelten die in EN 1011-1 und EN 1011-4 angegebenen Empfehlungen. Zusätzlich gilt:

- a) Die Stelle, an der über Stumpfstoß verfügbare Materiallängen auf benötigte Längen gebracht werden, muss festgelegt sein;
- b) in den Ausführungsklassen EXC3 und EXC4, und falls ausdrücklich festgelegt auch in Ausführungsklasse EXC2, sind An- und Auslaufbleche zu verwenden, um die volle Nahtdicke auch am Rand sicherzustellen;
- c) nach Fertigstellung der Schweißungen sind alle An- und Auslaufbleche bzw. sonstigen Fertigungshilfen unter Einhaltung der Regeln in 7.5.5 zu entfernen.

7.5.9 Schlitz- und Lochnähte

Es ist sicherzustellen, dass die Gestaltung der Löcher für Schlitz- und Lochnähte ausreichenden Zugang für das Schweißen gewährleistet. Die Abmessungen müssen festgelegt sein.

Die erste Lage muss sich über den ganzen Lochumfang erstrecken.

Lochnähte dürfen nur gemacht werden, nachdem die Kehlnähte im Schlitz mit zufriedenstellendem Ergebnis überprüft worden sind. Falls nicht anders festgelegt, sind Lochnähte ohne vorheriges Schlitzschweißen nicht zulässig.

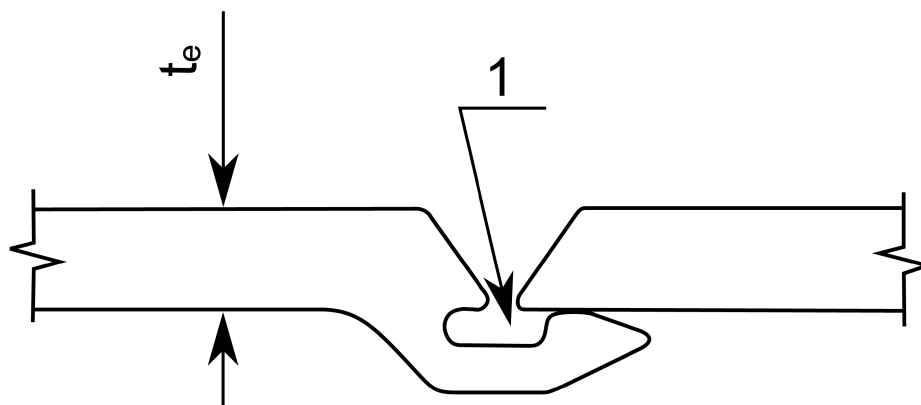
7.5.10 Kehlnähte

Sofern festgelegt, sollten Kehlnähte, die an den Enden oder Seiten von Bauteilen abschließen, kontinuierlich in voller Größe über eine Länge von mindestens dem Zweifachen der Nahtdicke der Schweißnaht um die Ecken herum geschweißt werden.

7.5.11 Einseitige Schweißnähte

Von einer Seite geschweißte Stumpfnähte mit voller Durchschweißung sollten eine Schweißbadsicherung haben. Die Schweißbadsicherung muss einen Raum zur Aufnahme von Verunreinigung am Boden der Fuge und außerhalb der erforderlichen Durchschweißung haben. Die Größe und Form der Schweißbadsicherung müssen in der WPS enthalten sein. Die Schweißbadsicherung muss kontinuierlich und darf Teil eines Strangpressprofils sein. Siehe Bild 2 für ein Beispiel.

Wird keine Schweißbadsicherung verwendet, so ist eine spezielle WPS einzuhalten, die der gegebenen Tragwerkslage angepasst ist.



Legende

1 Raum für Verunreinigung

Bild 2 — Beispiel einer stranggepressten Schweißbadsicherung für einseitige Schweißnähte mit einer Einbrandtiefe t_e , wobei die Form des Raums für die Verunreinigung abhängig von der Dicke des geschweißten Teils ist

Für teilweise durchgeschweißte Schweißnähte muss die Geometrie der Schweißbadsicherung in der WPS enthalten sein. Die Einbrandtiefe muss festgelegt sein. Schweißen nach der WPS muss zu einer einheitlichen Einbrandtiefe führen.

7.5.12 Rührreibschweißen

Für das Rührreibschweißen, FSW, sind die Kontrollen und Prüfungen vor und während des Schweißens nach EN ISO 25239-5 auszuführen. Die Anordnung der FSW-Fugen muss EN ISO 25239-2 entsprechen.

7.5.13 Sonstige Schweißnähte

Die Anforderungen an Schweißnähte, die mit anderen Schweißprozessen ausgeführt werden, als in 7.3 aufgeführt, sind festzulegen und unterliegen denselben Anforderungen, die in diesem Dokument ausgeführt wurden.

Für Bolzenschweißungen mit einer Verbindung durch Lichtbogenbolzenschweißen mit Spitzenzündung siehe Anhang N.

7.6 Abnahmekriterien

Die Abnahmekriterien sind in 12.4.4 und 12.4.5 gegeben.

7.7 Wärmenachbehandlung

Wird eine vollständige Wärmebehandlung (d. h. Lösungsglühen, Abschrecken und Auslagern) oder eine Wärmenachbehandlung geschweißter Bauteile gefordert, muss dies nach einem qualifizierten Verfahren geschehen. Der Einfluss der Wärmebehandlung muss durch eine Verfahrensprüfung nach EN ISO 15614-2 nachgewiesen werden. Dies ist auch erforderlich, wenn eine Reparaturschweißung eine Wärmenachbehandlung erfordert, mit Ausnahme bei der Legierung EN AW-7020, für die Anmerkung 3 entsprechende Empfehlungen enthält.

Mit dem Verfahren ist nachzuweisen, dass mit der gewählten Methode die Anforderungen an die Festigkeit und ausreichende Formstabilität und Maßhaltigkeit sichergestellt werden können. Gegebenenfalls sind dabei weitere Anforderungen an die Qualität zu berücksichtigen, z. B. eine anodische Oxidation.

ANMERKUNG 1 Hinweise zu Wärmenachbehandlungen nach dem Schweißen siehe EN ISO 17663. Weitergehende und spezifische Hilfe kann vom Hersteller der Konstruktionsmaterialien erhalten werden.

ANMERKUNG 2 Eine Wärmebehandlung in Form einer Warmauslagerung hat praktisch keinen Einfluss auf Form und Maßhaltigkeit eines Tragwerkteils.

ANMERKUNG 3 Für die Warmauslagerung von Konstruktionsmaterialien aus EN AW-7020 und auch für die Wärmenachbehandlung geschweißter Bauteile aus dieser Legierung hat sich nachstehende Temperaturführung bewährt:

- 1. Stufe > 3 Tage bei Raumtemperatur
- 2. Stufe 8 h bis 10 h bei $(+90 \pm 5)^\circ\text{C}$ (Metalltemperatur)
- 3. Stufe 14 h bis 16 h bei $(+145 \pm 5)^\circ\text{C}$ (Metalltemperatur)

Bei Reparaturschweißungen an Bauteilen aus EN AW-7020 können reparierte Bereiche durch das Auflegen von Heizmatten wärmenachbehandelt werden. Dabei hat sich nachfolgende Wärmebehandlung bewährt:

- 22 bis 26 h bei $(+120 \pm 5)^\circ\text{C}$ (Metalltemperatur)

Geschweißte Bauteile aus EN AW-7020, die keiner Wärmenachbehandlung unterliegen, dürfen erst nach einer Kaltaushärtezeit von 30 Tagen voll belastet werden. Diese Kaltaushärtezeit darf durch eine spezielle Wärmebehandlung in Übereinstimmung mit einer Verfahrensanweisung verkürzt werden.

ANMERKUNG 4 Folgende Wärmebehandlung hat sich hierbei bewährt:

- 60 h bei $(+60 \pm 5)^\circ\text{C}$ (Metalltemperatur)

Die Durchführung der Wärmebehandlung ist zu dokumentieren (Temperatur und Zeit).

8 Mechanische Verbindungen und Klebungen

8.1 Zusammenbau mit mechanischen Verbindungsmitteln

8.1.1 Vorbereitung von Kontaktflächen

Beim Zusammenbau müssen Kontaktflächen (beschichtet oder unbeschichtet) frei von jeglichen Verunreinigungen sein. Die Kontaktflächen müssen glatt und gratfrei sein, um ein festes Zusammenfügen der Teile zu ermöglichen.

Öl ist mit Hilfe chemischer Reinigungsmittel zu entfernen; Flammreinigen ist nicht erlaubt.

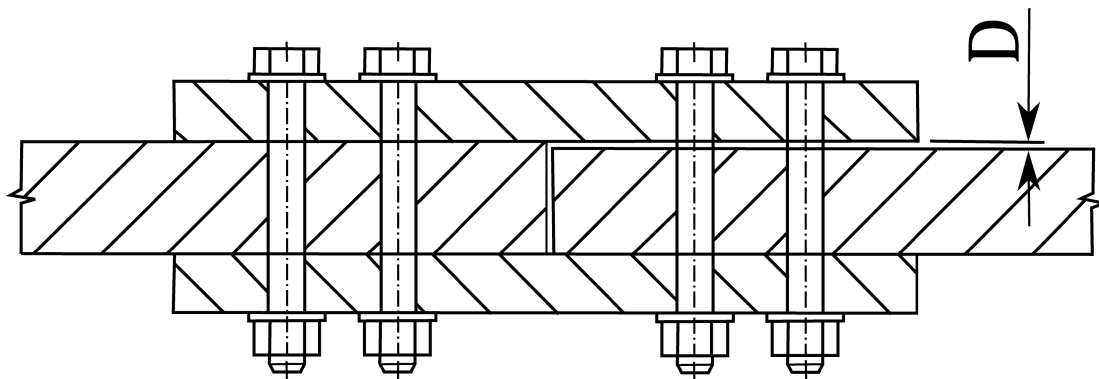
Wird ein Abdichten von Kontaktflächen gefordert, ist Abschnitt 10 anzuwenden.

8.1.2 Passgenauigkeit

Sind einzelne Bauteile Bestandteil der gleichen Lage, darf der Dickenunterschied zwischen ihnen nicht größer als D sein, wobei im Allgemeinen D gleich 1 mm und bei vorgespannten Verbindungen gleich 0,5 mm ist (siehe Bild 3). Werden Futterbleche zum Ausgleichen verwendet, dürfen diese nicht dünner als 1 mm sein.

ANMERKUNG 1 In ausgeprägt korrosiver Umgebung kann zur Vermeidung von Spaltkorrosion eine Abdichtung der Spalte erforderlich werden.

ANMERKUNG 2 Es wird empfohlen, dass die Dicken so gewählt werden, dass maximal drei Futterbleche zur Verwendung kommen.



Legende

D Dickenunterschied

Bild 3 — Dickenunterschied von Bauteilen in der gleichen Lage

Futterbleche müssen im Vergleich zum anliegenden Material der Verbindung vergleichbare Korrosionseigenschaften und Festigkeit aufweisen. Werden hier unterschiedliche Metalle verwendet, müssen die Gefahr und Folgen von Kontaktkorrosion gründlich abgeschätzt werden.

Bei vorgespannten Verbindungen müssen die Teile sauber zusammenpassen und fluchten, bevor die Schrauben eingebaut werden (falls notwendig, muss mit Dornen oder Heftschrauben gearbeitet werden).

8.1.3 Vorbereitung der Kontaktflächen bei gleitfesten Verbindungen

Bei vorgespannten Verbindungen müssen Kontaktflächen maßlich ausgewiesen sein.

Falls nicht anders angegeben, müssen Kontaktflächen leicht gestrahlt werden, bis eine Rauheit von $R_a = 12,5 \mu\text{m}$ erreicht ist. Für die Messung ist EN ISO 4288 anzuwenden.

Für andere Oberflächenbehandlungen darf der Reibbeiwert nach Anhang D bestimmt werden. Stimmt der gemessene Reibbeiwert nicht mit dem geforderten Wert überein, sind entsprechende Abhilfemaßnahmen zu treffen.

Während Verarbeitung und Montage müssen alle notwendigen Vorkehrungen getroffen werden, damit die geforderten Eigenschaften der Reibflächen erreicht werden und erhalten bleiben.

8.2 Garnitur für Schraubverbindungen

8.2.1 Allgemeines

Die Kombination von Schraube, Mutter und Unterlegscheibe muss den Regelungen von Tabelle 6 entsprechen.

Bei vorgespannten Garnituren für Schraubverbindungen und Schrauben unter Zug muss das Schraubengewinde mindestens einen Gewindegang über die Mutter hinausragen. Bei Schrauben der Kategorie A reicht es aus, wenn die Schraube mit der Außenfläche der Mutter abschließt.

Bei nicht vorgespannten Garnituren für Schraubverbindungen muss zwischen der bauteilseitigen Innenfläche der Mutter und dem Gewindeende am glatten Schaft (zusätzlich zum Gewindeauslauf) mindestens ein voller Gewindegang liegen.

Bei vorgespannten Garnituren für Schraubverbindungen nach EN 14399-3 und EN 14399-7 müssen zwischen der bauteilseitigen Innenfläche der Mutter und dem Gewindeende am glatten Schaft (zusätzlich zum Gewindeauslauf) mindestens vier volle Gewindegänge liegen.

Bei vorgespannten Garnituren muss die Klemmlänge den in den Tabellen von EN 14399-3, EN 14399-4, EN 14399-7 oder EN 14399-8 festgelegten Grenzen entsprechen. Bei Langlöchern darf das Gewinde nicht in die zu verbindenden Teile hineinreichen, wenn die Langlochverbindung planmäßig zur Aufnahme temperaturbedingter Ausdehnungen vorgesehen ist. Wenn Schraubenköpfe oder Muttern direkt an Bauteilen mit Langlöchern zu liegen kommen, sind große Unterlegscheiben oder Beibleche zu verwenden, um die Lochung völlig abzudecken.

8.2.2 Schrauben

Falls nicht anders festgelegt, darf an Schrauben nicht geschweißt werden.

Beim Einsetzen der Schrauben darf das Gewinde nicht beschädigt werden.

Der Einsatz von Schrauben in Bauteilen mit Innengewinde erfordert hinsichtlich Gewindepassung und Anziehverhalten eine spezielle Abstimmung mit dem Hersteller der Konstruktionsmaterialien.

8.2.3 Passverbindungen

Vorgespannte und nicht vorgespannte Schraubenverbindungen können als Passverbindungen ausgeführt werden.

Das Gewinde bei Passverbindungen darf nicht in der Scherebene liegen. Falls nicht anders angegeben, darf der Gewindeanteil im Lochleibungsbereich nicht mehr als ein Drittel der Plattendicke betragen, siehe Bild 4.

ANMERKUNG Der Gewindeauslauf ist dem Gewindeteil der Schraube zuzurechnen.

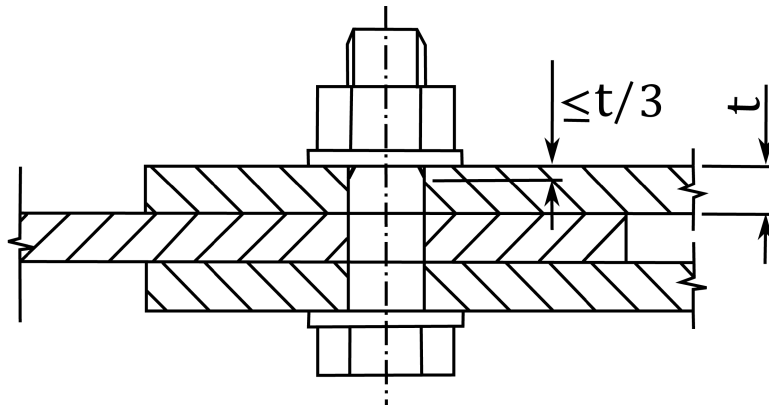


Bild 4 — Maximaler Gewindeanteil im Lochleibungsbereich bei Passverbindungen

Bei Passverbindungen sind die Schrauben ohne besondere Kraftanwendungen einzusetzen, so dass das Gewinde nicht beschädigt wird.

8.2.4 Senkschrauben

Senkschrauben dürfen in Verbindungen verwendet werden, wenn das Dickennennmaß des dem Kopf zugewandten Außenblechs 1,5 mm größer ist als die Höhe des Senkkopfs.

8.2.5 Muttern

Bei den Ausführungsgruppen EXC1, EXC2 und EXC3 müssen Schraubensicherungen nur verwendet werden, wenn dies vorgeschrieben ist. Bei der Ausführungsgruppe EXC4 sind die Muttern nicht vorgespannter Schrauben immer zu sichern.

Bei Muttern, die quer auf Wandungen von Hohlprofilen drücken, ist eine Schraubensicherung erforderlich.

ANMERKUNG 1 Das Sichern von Muttern kann mittels verschiedener Maßnahmen geschehen, z. B. durch Muttern mit Klemmteil, Kontermuttern, Sicherungsklebstoffe usw. oder andere Mittel.

ANMERKUNG 2 Es ist nicht erforderlich, vorgespannte Verbindungen zusätzlich gegen Lockern zu sichern, wenn die Schrauben nach 8.3.2 vorgespannt sind.

Muttern müssen auf den zugehörigen Schrauben leicht, mit der Hand drehbar sein. Muss ein Werkzeug zum Aufschrauben der Mutter verwendet werden, muss die Leichtgängigkeit festgestellt werden, nachdem die Mutter vor dem endgültigen Anziehen nochmals gelöst worden ist. Dies muss bei jeder neuen Charge von Muttern und Schrauben erfolgen.

ANMERKUNG 3 Bei einigen Arten von Schraubensicherungen sind die Muttern nicht leichtgängig.

Gewinde von Schrauben aus Aluminium und nichtrostendem Stahl müssen vor der Montage geschmiert werden, wenn die Verbindung später wieder gelöst werden soll.

Bei den Ausführungsklassen EXC3 und EXC4 müssen Muttern so eingebaut werden, dass nach dem Einbau das Zeichen des Mutterherstellers für Kontrollzwecke sichtbar ist.

ANMERKUNG 4 Das bedeutet, dass Muttern mit Ansatz richtig montiert sind, obwohl dies in Bezug auf das Tragverhalten nicht notwendig wäre.

Werden Muttern auf Stangen mit Außengewinde geschraubt, ist eine Abstimmung mit dem Hersteller derselben in Bezug auf die Gewindepassung und das Anziehen der Mutter erforderlich.

8.2.6 Unterlegscheiben

Unterlegscheiben müssen sowohl auf der Schraubenkopfseite als auch auf der Mutterseite verwendet werden. Vorgespannte Schraubengarnituren, System HR, müssen Unterlegscheiben mit Fase (EN 14399-6) unter dem Schraubenkopf und Unterlegscheiben mit Fase (EN 14399-6) oder glatte Unterlegscheiben (EN 14399-5) unter der Mutter haben. Vorgespannte Schraubengarnituren, System HV, müssen Unterlegscheiben mit Fase (EN 14399-6) unter Schraubenkopf und Mutter haben. Die Fase muss immer zum Schraubenkopf bzw. zur Mutter hin gerichtet sein.

Individuell gefertigte Unterlegbleche aus Aluminium, Stahl oder nichtrostendem Stahl dürfen nicht dünner als 4 mm sein.

Die Gesamtdicke der zusätzlichen (zu den standardmäßig vorgesehenen) Unterlegscheiben darf nicht größer als 12 mm sein.

Für vorgespannte Schraubengarnituren, die nach dem Drehmoment-Verfahren (einschließlich System HRC) angezogen werden, darf nur ein zusätzliches Unterlegblech auf der Seite, die gedreht wird, verwendet werden. Ein zusätzliches Unterlegblech oder eine Unterlegscheibe darf auf der Seite, die nicht gedreht wird, verwendet werden.

Es muss festgelegt sein, ob normale (EN ISO 7089) oder übergroße Unterlegscheiben (Normenreihe EN ISO 7093, EN ISO 7094) benutzt werden müssen.

Die Auflageflächen am Bauteil dürfen gegen die Auflageflächen von Schraubenkopf bzw. Mutter um nicht mehr als 2 % geneigt sein.

8.3 Anziehen von Garnituren für Schraubenverbindungen

8.3.1 Nicht vorgespannte Garnituren für Schraubenverbindungen

Die zu verbindenden Bauteile müssen so zusammengezogen werden, dass sie eine gute und feste Anlage erreichen. Zum Ausgleichen dürfen Futterbleche verwendet werden, siehe 8.1.2.

Beim Zusammenbau muss jede Garnitur zumindest „handfest“ angezogen werden, ohne die Schrauben oder die Kontaktflächen unter Schraubenkopf bzw. Mutter zu überlasten. Bei größeren Anschlüssen muss das Anziehen von der Mitte aus fortschreitend zum Rand hin erfolgen. Es ist möglich, dass zum gleichmäßigen „Handfest“-Anziehen mehr als ein Anziehdurchgang erforderlich ist. Vorsicht ist geboten, damit kurze Schrauben oder Schrauben mit Durchmessern kleiner als 12 mm nicht überzogen werden.

Schraubensicherungen sind in Übereinstimmung mit den Festlegungen zu verwenden.

Es dürfen nur neutrale Schmiermittel benutzt werden. Neutrale Schmiermittel sind Schmiermittel mit einem pH-Wert zwischen 4,5 und 8,5. Graphitbasiertes Schmiermittel darf nicht verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Der Begriff „handfest“ kann im Allgemeinen dadurch gekennzeichnet sein, dass das Anziehen durch die Kräfte einer Person mit einem normalen Schraubenschlüssel ohne Verlängerung erreicht wird. Dies kann dem Arbeitspunkt eines Schlagschraubers gleichgesetzt werden, wenn dieser zu hämmern beginnt.

ANMERKUNG 2 Eine Überbeanspruchung der Kontaktflächen unter Schraubenkopf und Mutter kann zum Kriechen führen und dadurch die Anziehungskräfte vermindern.

8.3.2 Vorgespannte Garnituren für Schraubenverbindungen

Bevor mit dem eigentlichen Vorspannen begonnen wird, sind die verbundenen Teile auszurichten und die Schrauben einer Schraubengruppe nach 8.3.1 voranzuziehen, wobei die Breite der Restspalte auf 0,5 mm begrenzt ist.

Das Anziehen muss durch Drehen der Mutter erfolgen, es sei denn, dass die Zugänglichkeit von der Mutterseite her wegen der Lage der Schraube nicht möglich ist.

Das Anziehen muss so geschehen, indem von der steifsten Stelle der Verbindung ausgehend fortschreitend zu den weniger steifen Stellen angezogen wird. Um eine gleichmäßige Vorspannung zu erreichen, kann es möglich sein, dass hierzu mehr als ein Anziehdurchgang notwendig ist.

ANMERKUNG 1 Die steifste Stelle liegt üblicherweise in der Mitte einer Schraubengruppe.

Bei gleitfesten Verbindungen müssen die Schrauben so angezogen werden, dass die geforderte Vorspannkraft langfristig erhalten bleibt. Mit Effekten wie Relaxation, Kriechen und Setzen muss gerechnet werden, weshalb — falls nicht anders festgelegt — alle Verbindungen nach 72 h nachgezogen werden müssen.

Falls nicht anders festgelegt, gilt als anzusetzende Vorspannkraft:

$$F_{p,C} = 0,7 \times f_{ub} \times A_S \quad (8.1)$$

Dabei ist

$F_{p,C}$ die Vorspannkraft;

f_{ub} der charakteristische Wert für die Zugfestigkeit des Schraubenmaterials;

A_S die Spannungsquerschnittsfläche der Schraube;

wie in EN 1999-1-1 definiert.

Tabelle 10 enthält Werte für die Vorspannkraft.

Tabelle 10 — Vorspannkraft in kN

Sorte	Schraubendurchmesser							
	mm							
	12	16	20	22	24	27	30	36
8.8	47	88	137	170	198	257	314	458
10.9	59	110	172	212	247	321	393	572

ANMERKUNG 2 Ist die Vorspannung nicht Bestandteil einer Bemessung auf Gleitfestigkeit und wird sie nur aus Montagegründen oder als Qualitätsmaßnahme verlangt, kann die Höhe der Vorspannung auch niedriger festgelegt werden.

Das Verfahren mit direkter Belastungsanzeige darf nur für Verbindungen, die in trockenem Milieu eingesetzt werden, angewendet werden.

Bei gleitfesten Verbindungen muss das Anziehen nach dem Drehmoment-Verfahren nach EN 1090-2 erfolgen. Bei anderen vorgespannten Verbindungen kann – falls entsprechend festgelegt – das Drehmoment-Verfahren, die kombinierte Methode oder das Verfahren mit direkter Belastungsanzeige nach EN 1090-2 zur Anwendung kommen.

Die benutzten Drehmomentschlüssel müssen mit einer Genauigkeit von $\pm 4\%$ nach EN ISO 6789 arbeiten. Jeder Schlüssel muss mindestens einmal am Tag, sowie bei Pressluftschraubern immer beim Wechseln der

Schlauchlänge, auf Genauigkeit überprüft werden. Eine Überprüfung muss auch nach gewissen Vorkommnissen, wie harten Schlägen, Fall des Geräts, Überlastung usw., erfolgen.

Grundsätzlich müssen hochfeste Schrauben ohne Veränderung des lieferantenseitigen Schmiermittels eingesetzt werden. Falls zusätzliche Schmiermittel verwendet werden, ist deren Eignung für die Schraubengarnitur nach EN 14399-2 zu prüfen.

Wird eine Schraubengarnitur, die bis zum Mindest-Vorspannwert angezogen wurde, später gelöst, muss diese ausgebaut und durch eine neue ersetzt werden.

Schraubengarnituren, die in gleitfesten Verbindungen nicht bis zum Vorspannwert angezogen wurden, können wiederbenutzt werden.

Das Anziehverfahren ist nach EN 1090-2 zu kalibrieren.

8.4 Nieten

8.4.1 Allgemeines

Es gelten die Festlegungen von 8.1.1, 8.1.2 und 8.2.4.

Niete müssen kalt geschlagen werden.

Jeder Niet muss von ausreichender Länge sein, damit ein gleichmäßiger Kopf mit den vorgegebenen Abmessungen ausgebildet wird.

8.4.2 Einbau von Nieten

Niete müssen so vernietet werden, dass sie ihr Loch völlig ausfüllen. Die Köpfe müssen konzentrisch zu ihren Schäften und in engem Kontakt mit den genieteten Oberflächen stehen. Hohl- und andere Spezialniete müssen mit Werkzeugen und Verfahrensweise nach Vorgaben des Herstellers derselben verarbeitet werden. Lockere oder beschädigte Niete müssen entfernt werden, vorzugsweise durch Aufbohren oder Abarbeiten des Kopfs und nachfolgendem Herausschlagen des Schafts.

Die zu verbindenden Teile müssen so zusammengehalten werden, dass sie untereinander in festem Kontakt sind, der auch beim Nieten erhalten bleiben muss.

Bei Anschlüssen mit größerer Nietezahl muss der Anschluss vor dem Nieten mindestens in jedem vierten Loch mit Heftschrauben zusammengezogen oder mit speziellen Vorrichtungen so zusammengehalten werden, dass die Verbindung ohne Verschieben der Teile und korrekt ausgerichtet ausgeführt werden kann.

Bei Vernietung mit Einzelnieten müssen die Teile mit speziellen Vorrichtungen zusammengehalten werden.

ANMERKUNG Wenn möglich, wird das Nieten vorzugsweise mit Maschinen des Dauerdrucktyps erfolgen. Dabei wird vorzugsweise der Arbeitsdruck nach dem Stauchen noch für kurze Zeit aufrechterhalten.

8.5 Geklebte Verbindungen

Die Methode, mit der geklebte Verbindungen hergestellt werden, muss festgelegt sein, und es muss auch dokumentiert sein, dass der Prozess wiederholbar ist.

Die Anforderungen an die Überwachung des Verklebungsprozesses in der Produktion, der Umfang der Prüfungen und die Abnahmekriterien müssen festgelegt sein.

9 Montage

9.1 Allgemeines

Werden Schweißungen auf der Baustelle oder außerhalb der Werkstatt durchgeführt, müssen Schutzmaßnahmen, Zugang und die Arbeits- und Arbeitsplatzbedingungen so sein, dass trockene, zugfreie, mit Werkstattbedingungen vergleichbare Verhältnisse herrschen.

Die Bearbeitung von Material auf der Baustelle, wie auch Schweißen, Einbau mechanischer Verbindungsmittel, Klebungen und Oberflächenarbeiten sind nach Abschnitt 6, Abschnitt 7, Abschnitt 8 bzw. Abschnitt 10 durchzuführen.

9.2 Baustelle

Empfehlungen in Bezug auf die Beschreibung der Baustellenbedingungen siehe Anhang J.

9.3 Montageanweisungen

Es müssen Montageanweisungen erstellt werden, und es muss geprüft werden, dass diese mit den Bemessungsannahmen verträglich sind. Dies gilt insbesondere für die Standfestigkeit des teilweise errichteten Tragwerks bezüglich Beanspruchungen, die bei der Montage entstehen.

Montageanweisungen dürfen von der Montagekonzeption abweichen, vorausgesetzt, dass sie eine sichere Alternative darstellen.

Umstände, die für die Abfassung von Montageanweisungen zu beachten sind, siehe Anhang J.

9.4 Auflagerstellen

Sämtliche Fundamente und Auflagerstellen müssen für die Aufnahme des Tragwerks fertig vorbereitet sein.

Mit der Montage darf nicht begonnen werden, wenn nicht nachgewiesen werden konnte, dass die Auflagerstellen den Anforderungen entsprechen.

Die vermessungstechnische Nachprüfung der Auflagerstellen ist mit einem Vermessungsprotokoll zu dokumentieren.

Der Einbau von Lagern muss nach EN 1337-11 erfolgen.

9.5 Montagearbeiten

9.5.1 Vermessung auf der Baustelle

Vermessungen der Stahlkonstruktion auf der Baustelle müssen sich auf ein System beziehen, das für das Ausrichten und die Vermessung des Bauwerks nach ISO 4463-1 erstellt wurde.

Es muss ein Vermessungsprotokoll über das Sekundärsystem aufgezeichnet werden, welches als Referenzsystem für das Ausrichten des Tragwerks und zum Feststellen aller Abweichungen der Auflagerstellen benutzt wird. Die auf dem Protokoll basierenden Koordinaten des Sekundärsystems müssen als richtig angenommen werden, vorausgesetzt, dass die Abnahmekriterien nach ISO 4463-1 eingehalten worden sind.

Die Bezugstemperatur für das Ausrichten und Vermessen des Aluminiumtragwerks ist vorzugeben.

9.5.2 Kennzeichnung

Bauteile müssen für den Zusammenbau klar gekennzeichnet auf die Baustelle geliefert werden.

Falls nicht aus der Form des Bauteils ersichtlich, muss aus der Kennzeichnung die Einbaulage ersichtlich sein.

9.5.3 Transport und Lagern auf der Baustelle

Bauteile müssen so transportiert und gestapelt werden, dass die Gefahr von Beschädigungen möglichst klein ist.

Verbindungsmittel müssen auf der Baustelle trocken gelagert werden. Sie müssen auf geeignete Weise verpackt und gekennzeichnet sein.

Kleinteile und Zubehör müssen auf geeignete Weise verpackt und gekennzeichnet sein.

9.5.4 Montageverfahren

Die Montage ist in Übereinstimmung mit den Montageanweisungen auszuführen, und zwar so, dass jederzeit die Standsicherheit des Aluminiumtragwerks und der Montagehilfskonstruktion sichergestellt ist.

Alle Anschlüsse der Montagehilfskonstruktion sind, wie vorgegeben, auszuführen. Sie dürfen das eigentliche Tragwerk weder schwächen, noch dessen Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigen.

Sieht das Montageverfahren nach dem Zusammenbau ein Verschieben oder Bewegen des Tragwerks oder von Teilen desselben in die Endposition vor, müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit dabei unkontrollierte Bewegungen ausgeschlossen sind. Mit ausreichend dimensionierten Stoßaufnahmevorrichtungen und Führungen können die Bewegungsabläufe unter Kontrolle gehalten und abgesichert werden.

Hilfsverankerungen müssen die ihnen zugewiesenen Lasten sicher aufnehmen können.

9.5.5 Ausrichten und Vergießen

Unterlegbleche und andere Hilfsteile, die als Futter unter Fußplatten benutzt werden, müssen eben, von ausreichender Größe, Festigkeit und Härte sein. Ein örtliches Ausbrechen von Beton ist zu vermeiden.

Werden Unterlegbleche nach dem Vergießen am Ort belassen, müssen sie aus Werkstoffen bestehen, welche mindestens die gleiche Beständigkeit besitzen wie das Tragwerk. Sie dürfen auch keine Korrosion verursachen.

Unterlegbleche müssen aus Aluminium bestehen und können vorzugsweise aus Blechmaterial hergestellt werden. Im Außenbereich wird dabei eine Mindestdicke von 1 mm verlangt.

Das Ausrichten der Konstruktion und das Ausgleichen von Passungenauigkeiten bei Anschlüssen können mittels Unterlegblechen/Futterblechen vorgenommen werden. Diese müssen gesichert werden, falls sie sich, aus welchen Gründen auch immer, lösen können.

Die Korrektur von maßlichen Abweichungen darf durch Aufreiben der Löcher oder Fräsen von Kontaktflächen vorgenommen werden. Dabei sind die Anforderungen von Abschnitt 6 einzuhalten.

Werden Unterlegbleche hinterher vergossen, müssen sie so angeordnet sein, dass sie vom Verguss, falls nicht anders festgelegt, von allen Seiten mit einer Mindestüberdeckung von 25 mm umschlossen werden. In Bezug auf Aluminium aggressive Vergussmassen und hygroskopische Vergussmassen dürfen nicht verwendet werden (siehe 10.3.4).

Vergussarbeiten sind in Übereinstimmung mit den für die Arbeiten festgelegten Vorgaben durchzuführen.

9.6 Schutz von Oberflächen, Reinigung nach Montage

Das Vorgehen bei der Reinigung muss der Legierung, der vorhandenen Oberfläche und der Funktion des Bauteils angepasst sein. Risiken bezüglich Korrosion sind zu berücksichtigen.

Kontakt von Aluminium mit starken Säuren oder Laugen ist zu vermeiden. Passiert dies trotzdem, muss sofort und mit ausreichend Wasser nachgewaschen werden.

10 Behandlung von Oberflächen

10.1 Allgemeines

Tragwerke aus Aluminiumlegierungen, wie sie in EN 1999-1-1 aufgeführt sind, benötigen beim Einsatz unter normalen Umgebungsbedingungen keine Oberflächenbehandlung. Trotzdem muss eine gewisse Vorsorge getroffen werden, dass auch während deren Herstellung keine Korrosion oder Verschmutzungen der Oberflächen auftreten.

Werden Bauteile im Freien gelagert, sollten sie allseits gut belüftet sein; Wasser sollte ablaufen können.

Der Schutz von im Freien gelagerten Bauteilen oder Konstruktionsmaterialien durch direktes Abdecken mit Planen oder ähnlichem Abdeckmaterial kann im Allgemeinen nicht empfohlen werden, da dabei aus verschiedensten Gründen die Oberflächen leiden können.

Jedweder Oberflächenschutz muss ausdrücklich verlangt und im Einzelnen festgelegt sein.

Wenn Brandschutzsysteme festgelegt sind, muss dies in den Ausführungsunterlagen angegeben sein.

10.2 Schutz von Tragwerk und Bauteilen

Falls nicht anders festgelegt, dürfen Beschichtungen, Anodisation und Passivierung nach Anhang E ausgeführt werden.

Nur falls ausdrücklich festgelegt, dürfen Hohlprofile nur innen einen Oberflächenschutz erhalten.

10.3 Schutz von Kontaktflächen und Verbindungsmitteln

10.3.1 Allgemeines

Art und Umfang jedweder Schutzmaßnahme müssen ausdrücklich festgelegt sein.

Die spezielle Behandlung von Kontaktflächen sollte Kontaktkorrosion (Elementbildung) und Spaltkorrosion verhindern oder minimieren. Spaltkorrosion ist in jeder Art von Spalten möglich, also z. B. auch zwischen Kunststoffen und Aluminium.

10.3.2 Kontaktflächen von Aluminium mit Aluminium und Aluminium mit Kunststoffen

Falls ein einfaches Versiegeln der Kontaktflächen festgelegt ist, müssen die Teile gereinigt werden, und die Abdichtung muss mittels geeigneter Dichtmasse oder Beschichtungsmaterial geschehen. Die Konsistenz der Dichtmasse muss so sein, dass alle Spalten gefüllt werden und dies auch bleiben. Die Teile sollten zusammengefügt werden, bevor die Dichtmasse völlig getrocknet ist.

Ist ein Schutz von Kontaktflächen für Tragwerke in ausgeprägter Industrie- oder Meeresumgebung oder für Tragwerke unter Wasser festgelegt, müssen die Kontaktflächen so zusammengefügt werden, dass keine Spalten vorhanden sind, in die Wasser eindringen kann. Beide Kontaktflächen, einschließlich Schraub- und Nietlöcher, müssen vor dem Zusammenbau gereinigt und vorbehandelt werden; sie müssen mindestens eine

Grundbeschichtung erhalten (siehe E.2) oder mit Dichtmasse versiegelt werden, so dass die Beschichtung bzw. die Dichtmasse über die Kontaktflächen hinausreicht. Die Kontaktflächen sollten zusammengefügt werden, solange die Grundbeschichtung noch feucht ist. Werden vorbeschichtete Bauteile zusammengebaut, muss die Versiegelung der Kontaktflächen wie festgelegt erfolgen.

10.3.3 Kontaktflächen von Aluminium mit Stahl oder Holz

Falls bei Kontakt zwischen Aluminiumbauteilen und Stahlbauteilen Schutzmaßnahmen für die Aluminiumkontaktflächen gefordert sind, sind diese nach E.2 vorzunehmen.

Bei Kontakt mit Holz ist eine Beschichtung nicht erforderlich, es sei denn, das Holz wurde mit aluminiumschädigenden Stoffen (z. B. Kupfersulfat) behandelt. In diesem Fall ist ein Schutz der Kontaktflächen notwendig. Falls nicht anders festgelegt, ist dieser nach E.2 auszuführen.

ANMERKUNG Es wird davon ausgegangen, dass die Ausführungsunterlagen Angaben über die chemische Zusammensetzung von Holzschutzprodukten zur Behandlung von Holz, das mit dem Aluminiumtragwerk in Berührung kommt, sowie gegebenenfalls Anforderungen an die Beschichtung enthalten.

Kontaktflächen von Stahlteilen sind mit einer Beschichtung zu versehen, die keine aluminiumschädigenden Bestandteile enthält.

Wird eine Vollisolierung zwischen den beiden Metallen und allen Verbindungsmitteln gefordert, muss unter Verwendung von nichtabsorbierenden, nichtleitenden Folien, Hülsen und Unterlegscheiben sichergestellt werden, dass keinerlei metallischer und elektrischer Kontakt zwischen den verschiedenen Metallen der Verbindung besteht. Es muss auch darauf geachtet werden, dass zwischen dem Isoliermaterial und dem Metall keine Spalten vorhanden sind. Eine zusätzliche Beschichtung oder das Aufbringen von Dichtmassen können daher erforderlich werden.

10.3.4 Kontaktflächen von Aluminium mit Beton, Mauerwerk, Putz usw.

Falls bei direktem oder auch indirektem Kontakt mit Beton, Mauerwerk oder Putz Schutzmaßnahmen für Aluminiumoberflächen festgelegt sind, sind diese vor dem Zusammenbau mit einer Bitumenbeschichtung oder einer anderen geeigneten Beschichtung von mindestens 100 µm zu versehen, sofern nichts anderes festgelegt wurde.

Beton kann auf Aluminium nur dann aggressiv wirken, wenn Feuchtigkeit vorhanden ist. Indes werden Beschichtungen notwendig, selbst wenn kein direkter Kontakt zwischen Aluminium und Beton vorhanden ist, jedoch Wasser von Beton auf Aluminiumflächen rinnt. Manche Schnellbinder und Betonzusatzstoffe sind hygroskopisch und sehr aggressiv. Kann deren Verwendung nicht vermieden werden, muss eine dichte Beschichtung besonders sorgfältig aufgetragen werden.

Bei Kontakt mit Erdreich muss die Aluminiumoberfläche mit zwei Lagen von Bitumen oder einer anderen geeigneten Beschichtung mit einer Dicke von mindestens 100 µm beschichtet werden.

10.3.5 Verbindungsmittel

Sind für Verbindungsmittel Abdichtmaßnahmen festgelegt, muss darauf geachtet werden, dass alle verbundenen Flächen (auch die Schäfte) mit Dichtmasse versehen sind. Der Zusammenbau der Teile sollte erfolgen, bevor die Beschichtung oder Dichtmasse vollständig trocken ist.

Falls es nötig ist, auch die Außenflächen von Verbindungsmitteln zu schützen, müssen diese auf geeignete Weise vorbehandelt werden.

10.3.6 Klebverbindungen

Es muss das festgelegte Schutzsystem aufgebracht werden. Zusammen mit dem Klebemittelhersteller muss abgeklärt werden, dass Klebstoff und Oberflächenschutz miteinander verträglich sind, z. B. in Bezug auf Lösungsmittel oder Wärmeeinwirkung.

10.4 Brandschutz

Es dürfen nur für Aluminium zugelassene Brandschutzsysteme oder Trockenbrandschutzisolierungen verwendet werden.

Das Aufbringen von Brandschutzsystemen muss entsprechend den Anweisungen des Herstellers derselben erfolgen.

Der Einbau von Trockenbrandschutzisolierungen muss entsprechend deren Prüfklassenzeugnis oder wie festgelegt erfolgen.

11 Geometrische Toleranzen

11.1 Toleranzkategorien

In diesem Abschnitt werden zwei Kategorien geometrischer Toleranzen definiert:

- a) solche für Kriterien, die für das Tragvermögen und die Standsicherheit des fertigen Tragwerks wesentlich sind, sogenannte grundlegende Toleranzen;
- b) solche, die anderen Kriterien, wie Passgenauigkeit/Zusammenbau und Erscheinungsbild dienen, sogenannte ergänzende Toleranzen.

Die Anhänge F, G und H enthalten Zahlenwerte für die erlaubten Abmaße für die Toleranzkategorien unter a) und b).

Die zulässige Toleranz ist die Differenz zwischen dem oberen und unteren Grenzwert einer Bauteilabmessung.

Sowohl die grundlegenden als auch die ergänzenden Toleranzen sind normativ; die Regelungen der EN 1090-1 beziehen sich jedoch nur auf die grundlegenden Toleranzen.

Soll aus Bauteilen ein Tragwerk vor Ort montiert werden, müssen Zwischenmessungen an den Bauteilen gegenüber dem abschließenden Ausmessen des fertigen Tragwerks als zweitrangig betrachtet werden.

Die nach den Tabellen erlaubten Abweichungen schließen elastische Verformungen, die durch das Eigengewicht der Komponenten hervorgerufen werden, nicht ein.

Auf Zeichnungen eingetragene und auch sonstige Maßangaben beziehen sich immer auf Raumtemperatur (20° C). Werden Messungen bei anderen Temperaturen vorgenommen, müssen sie auf 20° C umgerechnet werden.

Zusätzlich dürfen sowohl spezielle Toleranzwerte für bereits durch Zahlenwerte geregelte Fälle als auch Toleranzeinschränkungen für andere, nicht aufgeführte Fälle von geometrischen Abweichungen festgelegt werden. Ist dies der Fall, muss dies von den nachstehenden Informationen begleitet sein:

- i) Abänderungen bei den erlaubten Toleranzwerten, bei den in den Anhängen F, G und/oder H aufgeführten Fällen von Abweichungen;

- ii) weitere zu prüfende geometrische Abweichungen, zusammen mit Bezugsparametern und erlaubten Toleranzwerten;

und ob diese speziellen Toleranzen grundsätzlich für alle in Frage kommenden Bauteile gelten oder nur für ganz bestimmte Bauteile, die zu benennen sind.

11.2 Grundlegende Toleranzen

11.2.1 Allgemeines

Für die grundlegenden Toleranzen gelten die Festlegungen des Anhangs F und/oder Anhang H. Die Werte gelten für die Endabnahme.

Bei den festgelegten Werten handelt es sich um zulässige Werte. Abweichungen von Sollvorgaben (Nichtkonformität) sind entsprechend 12.8 zu behandeln.

11.2.2 Herstelltoleranzen

11.2.2.1 Eingliederung von Konstruktionsmaterialien und von bearbeitetem Material in Bauteile

Nach dem Eingliedern von Konstruktionsmaterialien oder von bearbeitetem Material in ein Bauteil gelten für diese die in den einschlägigen Normen zulässigen Toleranzen weiterhin, es sei denn, es werden in diesem Dokument strengere Anforderungen an die Toleranzen festgelegt.

11.2.2.2 Werksmäßig hergestellte Bauteile

Die geometrischen Abmaße werksmäßig hergestellter Bauteile dürfen die Werte nach Tabelle F.1 bis Tabelle F.10 nicht überschreiten.

11.2.2.3 Oberflächen von Kontaktstößen

Die Winkligkeit von Kontaktflächen muss den Festlegungen der Tabelle G.2 C entsprechen.

Wenn die Ebenheit der einzelnen Kontaktfläche vor dem Zusammenbau mit dem Gegenstück mit Hilfe eines Lineals überprüft wird, darf der Luftspalt zwischen Oberfläche und Lineal an keiner Stelle größer als 1,0 mm sein.

ANMERKUNG Wird eine Probemontage vorgenommen, um die geforderte Passgenauigkeit einer derartigen Verbindung zu überprüfen, wird empfohlen, dass das Ergebnis sorgfältig interpretiert wird, weil einerseits der eigentliche Montageprozess es verhindern kann, dass sich die Teile genauso ausrichten wie bei der Probemontage, jedoch andererseits durch das Eigengewicht der Aluminiumkonstruktion Hochpunkte der Oberfläche beseitigt werden können.

Sind Steifen mit dem Zweck eingebaut, bei Kontaktstößen Kräfte zu übertragen, so darf der Spalt zwischen den Kontaktoberflächen den in G.2.3 angegebenen Anforderungen nicht überschreiten.

11.2.2.4 Übergroße Löcher

Bei Anschlüssen, bei denen übergroße Löcher genutzt werden, darf die Mitte eines jeden übergroßen Lochs einer Lochgruppe nicht mehr als 1 mm von der Lochmitte des dazugehörenden normalen Lochs abweichen.

11.2.2.5 Schalentragwerke

Die geometrischen Abweichungen bei Schalentragwerken dürfen die in Anhang H aufgeführten Werte nicht überschreiten. Die Toleranzklasse muss festgelegt sein. Für die Toleranzklasse 4 sind die Randbedingungen BC nach EN 1999-1-5 festzulegen.

11.2.3 Montagetoleranzen

11.2.3.1 Bezugssystem

Abweichungen montierter Bauteile müssen relativ zu deren Positionspunkten gemessen werden (siehe ISO 4463-1).

Ist kein Positionspunkt festgelegt, sind die Abweichungen relativ zum Sekundärsystem zu messen.

ANMERKUNG ISO 4463-1 bezieht sich wie folgt auf die Etablierung und Anwendung von Bezugssystemen:

- a) das primäre System, das normalerweise die gesamte Baustelle abdeckt;
- b) das sekundäre System, das als Hauptbezugssystem oder Raster für die Montage eines bestimmten Gebäudes dient;
- c) Positionspunkte, welche die Stelle der einzelnen Elemente markieren, z. B. Stützen.

11.2.3.2 Ankerschrauben und sonstige Auflagerstellen

Die Lage des Mittelpunkts einer Gruppe von Ankerschrauben oder anderer Abstützungen darf nicht um mehr als ± 6 mm von seiner festgelegten Lage relativ zum Sekundärsystem abweichen.

Für eine Gruppe verstellbarer Ankerschrauben sollte für den Einbau deren optimale Lage festgelegt werden.

11.2.3.3 Stützen

11.2.3.3.1 Stützenfußpunkte

Der Mittelpunkt des Fußpunkts einer Aluminiumstütze darf maximal ± 5 mm von seinem Positionspunkt im Grundriss abweichen.

Löcher in Fuß- oder andern Lageranschlussplatten sollten mit ausreichendem Spiel so ausgelegt sein, damit die erlaubten Abweichungen in Bezug auf die Auflager und in Bezug auf das Tragwerk aufgenommen werden können. Dies kann den Einsatz besonders großer und dicker Unterlegscheiben zwischen den Muttern der Ankerschrauben und der Oberfläche der Fußplatte erforderlich machen.

Der Fußpunkt der Stütze muss höhenmäßig mit einer Toleranz von ± 5 mm zum festgelegten Höhenmaß des betreffenden Positionspunkts montiert werden. Dies darf auch erfolgen, indem für die Unterseite der Grundplatte das Höhenmaß festgelegt wird, vorausgesetzt, dass eine Ausgleichsmöglichkeit besteht, wenn die Dicke der Grundplatte nennenswert abweicht.

11.2.3.3.2 Vertikalität

Die Abweichungen von aufgerichteten Stützen müssen den Anforderungen der Tabelle F.8 entsprechen.

Für Gruppen benachbarter Stützen (nicht in Portalrahmen oder Krangerüsten), die mit ähnlichen vertikalen Lasten beansprucht werden, gelten die folgenden zulässigen Abweichungen:

- a) Das arithmetische Mittel der Abweichungen von der Senkrechten (horizontales Neigungsmaß) von sechs miteinander verbundenen Nachbarstützen muss die in Tabelle F.8 festgelegten Anforderungen an die zulässigen Abweichungen erfüllen. Dies gilt für zwei zueinander rechtwinklige Richtungen;
- b) die zulässige Abweichung für die Schiefstellung einer einzelnen Stütze innerhalb dieser Gruppe zwischen zwei benachbarten Geschossebenen darf dann auf einen Wert von $|\Delta| = h/100$ vergrößert werden.

11.2.3.3.3 Kontaktstöße

Wenn festgelegt ist, dass bei Schraubstößen die Kräfte voll über Kontaktflächen übertragen werden sollen, müssen die Anforderungen an das Zusammenpassen der Flächen nach Tabelle F.10 am aufgerichteten Bauteil nach dem Ausrichten und Verschrauben erfüllt sein. Werden am Spalt die vorgegebenen Grenzen überschritten, dürfen Futterbleche eingesetzt werden, um die Spaltmaße entsprechend zu reduzieren. Die Futterbleche dürfen aus Aluminium mit entsprechender Festigkeit oder aus nichtrostendem Stahl bestehen. An einer Stelle dürfen nicht mehr als drei Futterbleche übereinander vorhanden sein. Falls in der Spezifikation ausdrücklich erlaubt, dürfen Futterbleche zur Sicherung ihrer Lage angeschweißt werden.

11.3 Ergänzende Toleranzen

11.3.1 Allgemeines

Anhang G enthält Anforderungen bezüglich der ergänzenden Toleranzen für Bauteile und Tragwerke.

Es gelten die Bezugssysteme und weiteren Anforderungen von 11.2.3.1.

Die in Anhang G aufgeführten Toleranzen gelten für die Endabnahme des fertigen Tragwerks.

Abweichungen von Sollvorgaben (Nichtkonformität) sind entsprechend 12.7 zu behandeln.

11.3.2 Herstelltoleranzen

11.3.2.1 Toleranzen für übliche Bauteile und konstruktive Gegebenheiten

Die zulässigen Werte für die ergänzenden Toleranzen für übliche Bauteile und konstruktive Gegebenheiten sind in Tabelle G.1 bis Tabelle G.8 angegeben.

Tabelle G.7 darf auch auf andere horizontale oder geneigte primäre Tragglieder in Zwischen- und Dachhöhe, bei denen Abweichungen eher im Hinblick auf Ebenheit als auf absolute Höhe gemessen werden, angewendet werden.

Vorsicht ist geboten, wenn diese Anforderungen auf Fälle angewendet werden, wo Träger oder Sparren Teile unverstrehter Rahmen sind, da elastische Durchbiegungen und Verschiebungen relativ groß sein können.

11.3.2.2 Toleranzen für sonstige Bauteile und konstruktive Gegebenheiten

Der Anhang G deckt nicht alle möglichen baulichen Situationen ab. Kann im Einzelfall keiner der angeführten Fälle als anwendbar angesehen werden, dürfen Toleranzen nach folgenden allgemeinen Regeln festgelegt werden:

- a) für geschweißte Tragwerke die Toleranzen der nachfolgenden Toleranzklassen nach EN ISO 13920:
 - Klasse C für Längen- und Winkelabweichungen;
 - Klasse G für Geradheit, Ebenheit und Parallelität;
- b) für andere Fälle gilt eine allgemeine Toleranz für jede Abmessung „D“. Diese Toleranz beträgt $D/500$, jedoch mindestens 5 mm.

11.3.2.3 Toleranzen für Konstruktionsmaterialien und bearbeitetes Material

Nach dem Eingliedern von Konstruktionsmaterialien oder von bearbeitetem Material in ein Bauteil gelten für diese die in den einschlägigen Normen zulässigen Toleranzen.

ANMERKUNG Je nach angewendetem Verfahren bei Herstellung und Bearbeitung von Bauteilen kann sich die Geometrie derart verändern, dass die Abweichungen die in Anhang G oder in der maßgebenden Produktnorm angegebenen zulässigen Werte übersteigen. In diesem Fall sollten größere ergänzende Toleranzen als in Anhang G oder in der maßgebenden Produktnorm vereinbart bzw. festgelegt werden.

12 Kontrollen, Prüfungen und Nachbesserung

12.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt Anforderungen an Kontrollen und Prüfungen bezüglich der Qualitätsanforderungen fest, wie sie aus dem Abschnitt über Qualitätsdokumentation nach 4.2.1 hervorgehen.

Kontrollen, Prüfungen und Nachbesserungen sind wie vorgeschrieben und nach den Regelungen dieses Dokuments durchzuführen.

Kontrollen und Prüfungen sind nach einem im Voraus festgelegten Plan durchzuführen.

Sämtliche vorgenommenen Kontrollen und Prüfungen und die damit verbundenen Nachbesserungen sind zu dokumentieren.

12.2 Konstruktionsmaterialien und Bauteile

12.2.1 Konstruktionsmaterialien

Dokumente, die in Übereinstimmung mit den Regelungen von Abschnitt 5 mit Konstruktionsmaterialien mitgeliefert werden, müssen dahingehend überprüft werden, dass die Beschreibungen des gelieferten Materials den Bestellvorgaben entsprechen.

ANMERKUNG Solche Dokumente sind Abnahmeprüfzeugnisse, Werkszeugnisse, Werksbescheinigungen, wie sie für Platten, Profile, Hohlprofile, Schweißzusätze, mechanische Verbindungsmittel, Schweißbolzen wichtig sind.

Die Kontrolle der Oberflächen von Konstruktionsmaterialien ist mit in die Prüfplanung aufzunehmen, wenn die Anwendung des Produktes dies erfordert.

Falls nicht ausdrücklich vorgeschrieben, besteht keine Verpflichtung, spezifische Materialprüfungen vorzunehmen.

12.2.2 Bauteile

Die mit Bauteilen gelieferten Dokumente müssen dahingehend überprüft werden, dass die Beschreibungen der gelieferten Bauteile den Bestellvorgaben entsprechen.

ANMERKUNG Dies gilt für teilbearbeitete Bauteile, die beim Hersteller (der Aluminiumkonstruktion) weiterverarbeitet werden, und für Produkte, die von Dritten hergestellt und direkt auf die Baustelle zur Montage durch den Hersteller (der Aluminiumkonstruktion) geliefert werden.

12.3 Vorbereitung

12.3.1 Umformarbeiten

Die Umformzonen des verformten Materials (z. B. bei abgekanteten Blechen) sind mit einer Lupe mit 10-facher Vergrößerung zu prüfen. Das Prüfergebnis ist zu dokumentieren.

12.3.2 Abmessungen von Bauteilen

Der Prüfplan für die Fertigung muss auf die Anforderungen der Aluminiumkonstruktion bezogen sein und muss die Prüfungen beinhalten, die für vorbereitete Konstruktionsmaterialien, teilgefertigte und fertiggestellte Bauteile notwendig sind.

Überprüfungen der Abmessungen werksmäßig hergestellter Bauteile sind immer vorzunehmen. Die Verfahren und einzusetzenden Messinstrumente sind je nach den Erfordernissen aus den in ISO 7976-1 und ISO 7976-2 aufgeführten auszuwählen. Die Genauigkeit ist entsprechend dem einschlägigen Teil von ISO 17123 festzusetzen.

Ort und Häufigkeit der Messungen sind im Prüfplan festzulegen.

Die Abnahmekriterien müssen den Festlegungen nach 11.2 und 11.3 entsprechen. Bei Abweichungen sind festgelegte Überhöhungen und Voreinstellungen zu berücksichtigen.

Ergibt die Überwachung eine Nichtübereinstimmung mit den Sollvorgaben (Nichtkonformität), ist danach in Übereinstimmung mit 12.8.2 zu verfahren.

12.4 Schweißen

12.4.1 Prüfungsabläufe

Die Prüfungen, die vor, während und nach dem Schweißen gefordert werden, sind im Prüfplan zusammenzufassen und unterliegen einer Abnahme, wie festgelegt.

ANMERKUNG Hinweise hierzu sind in den einschlägigen Teilen von EN ISO 3834 enthalten.

Fordert der Prüfplan eine vor dem Schweißen durchzuführende Überprüfung des Zusammenpassens von für Knotenanschlüsse vorbereiteten Hohlprofilen, sind folgende Stellen besonders zu beachten:

- bei Rundrohren die 12-Uhr-, 6-Uhr-, 3-Uhr- und 9-Uhr-Position;
- bei Quadrat- und Rechteckrohren die Eckpositionen.

Die Nahtvorbereitung, das Zusammenpassen der Stöße und die Zugänglichkeit für das Schweißen müssen vor dem Schweißen überprüft und freigegeben werden. Jede Schweißnaht, die durch nachfolgende Arbeit unzugänglich wird, muss geprüft werden, bevor diese Arbeit ausgeführt wird.

Muss Verzug, der die in der Dokumentation vorgegebenen Grenzwerte überschreitet, durch Kaltrichten korrigiert werden, müssen die Schweißnähte in diesem Bereich erneut geprüft werden. Warmrichten ist nur erlaubt, wenn die Anwendungsbedingungen festgelegt wurden, siehe 6.11.

Müssen Tragwerke oder Bauteile nach dem Schweißen wärmebehandelt werden, darf die Endprüfung erst nach der Wärmebehandlung durchgeführt werden.

12.4.2 Verfahren der Prüfung und Personalqualifizierung

12.4.2.1 Verfahren

Sichtprüfungen sind nach EN ISO 17637 durchzuführen.

Die Messung der Nahtdicke „a“ muss in Übereinstimmung mit EN ISO 17659 und EN ISO 17637 erfolgen. Siehe auch Bild 5 und Bild 7.

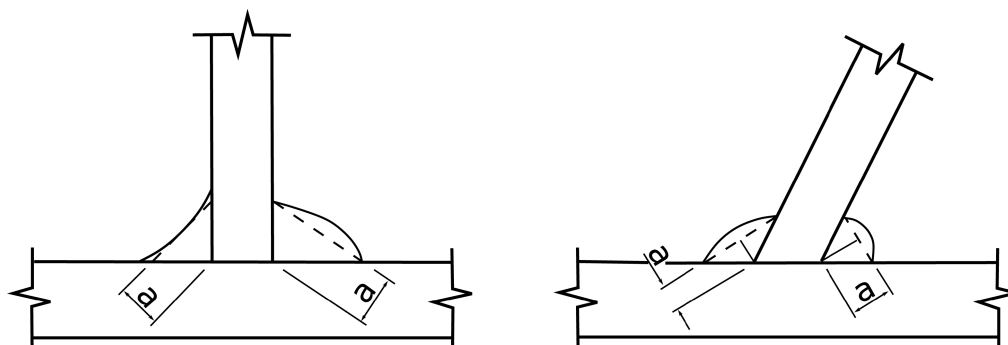


Bild 5 — Nahtdicke „a“ für Kehlnähte mit ungleichen Schenkellängen

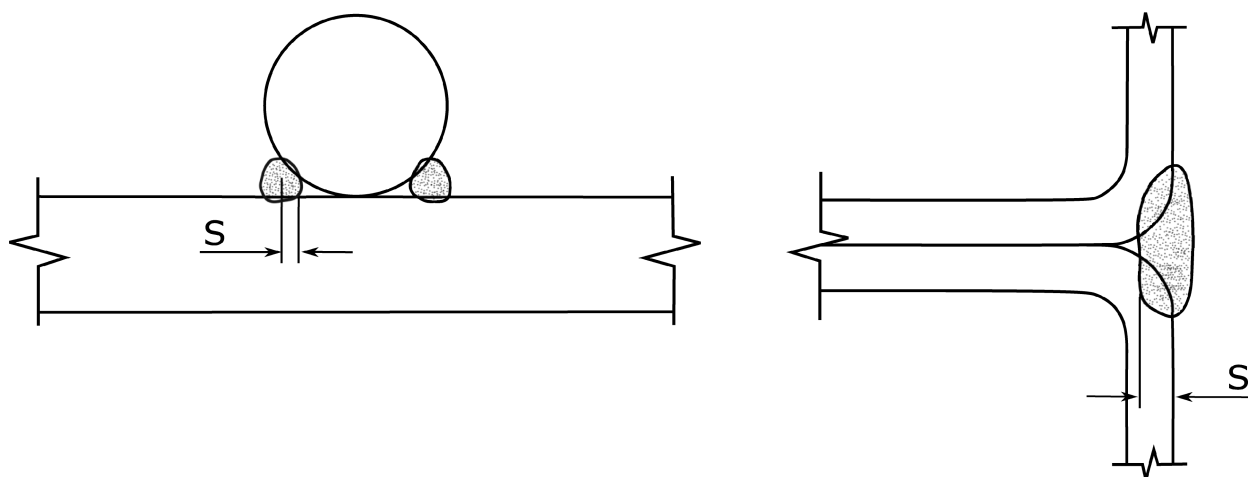


Bild 6 — Eindringtiefe „s“ für Bördelnähte

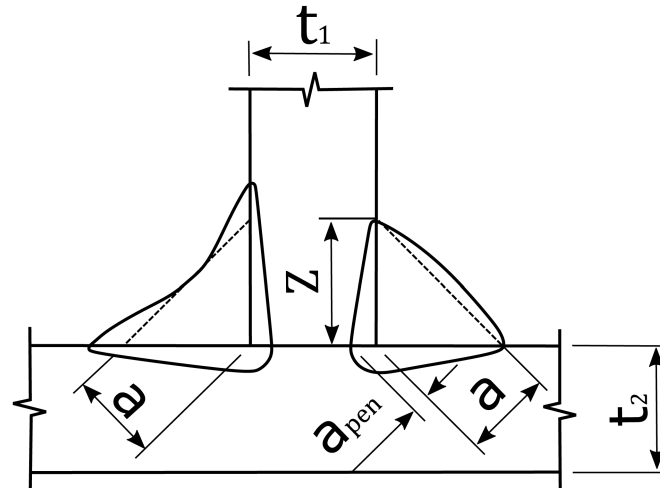


Bild 7 — Nahtdicke „a“, Schenkellänge „z“ und tiefer Wurzeleinbrand „a_{pen}“

Zusätzliche zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP) sind, soweit sie nach 12.4.3 gefordert werden, in Übereinstimmung mit den nachfolgenden Normen durchzuführen:

- a) Eindringprüfung (PT) — EN ISO 3452-1, EN ISO 3452-5 und EN ISO 3452-6;
- b) Ultraschallprüfung (UT) — EN ISO 17640;
- c) Durchstrahlungsprüfung (RT) — EN ISO 17636-1 und EN ISO 17636-2.

Zerstörende Prüfungen sind nach EN ISO 9017 und EN ISO 17639 durchzuführen.

Bei der Prüfung von Form und Oberfläche der Schweißnähte von Knotenanschlüssen bei Hohlprofilen muss besonders auf die folgenden Stellen geachtet werden:

- d) bei Rundrohren die 12-Uhr-, 6-Uhr-, 3-Uhr- und 9-Uhr-Position;
- e) bei Quadrat- und Rechteckrohren die Eckpositionen.

Wird die Durchstrahlungsprüfung angewendet, muss die Prüfklasse B nach EN ISO 17636-1 und EN ISO 17636-2 erreicht werden. Falls wegen der Blechdicke oder wegen mangelnder Zugänglichkeit Gamma-Strahlen verwendet werden müssen und es nicht möglich ist, die Prüfklasse B zu erreichen, muss die Zustimmung des Auftraggebers zu diesem oder einem alternativen Prüfverfahren eingeholt werden.

Für die Ultraschallprüfung von Bauteilen unter vorwiegend ruhender Belastung (SC1) muss die Prüfklasse B nach EN ISO 17640 erreicht werden.

Das FSW muss, nach EN ISO 25239-5, einer Biegeprüfung unterzogen werden.

12.4.2.2 Qualifizierung des Prüfpersonals

Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) sind in Übereinstimmung mit EN ISO 17635 als Basis für den Kontroll- und Prüfplan auszuwählen, der im Schweißplan gefordert wird. Mit Ausnahme der Sichtprüfung sind zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP) von Personen, die nach EN ISO 9712 qualifiziert sind, durchzuführen.

12.4.3 Umfang der Prüfung

12.4.3.1 Allgemeine Vorgaben

Der Umfang aller Prüfungen und die Qualitätsanforderungen müssen festgelegt sein. Alle zu prüfenden Schweißnähte oder Teile hiervon müssen eindeutig definiert oder bezeichnet sein. Zu den Festlegungen gehören im Einzelnen:

- a) Ausführungsklasse;
- b) Beanspruchungskategorie (vorwiegend auf Ermüdung [SC2] oder vorwiegend statisch [SC1] beansprucht);
- c) Bewertungsgruppe nach EN ISO 10042;
- d) zusätzliche und ergänzende Qualitätsanforderungen, z. B. nach diesem Dokument und nach EN 1999-1-3;
- e) Umfang der zusätzlichen zerstörungsfreien Prüfung (ZfP);
- f) alle weiteren zusätzlichen Prüfungen und Prüfverfahren.

12.4.3.2 Vorgaben für Schweißnähte

Alle Schweißnähte sind auf ihrer ganzen Länge einer Sichtprüfung nach EN ISO 17637 zu unterziehen. Falls flächenhafte Fehler an der Oberfläche festgestellt werden, muss die geprüfte Naht einer Eindringprüfung unterzogen werden.

Beispiele, wie diese Anforderungen auf Zeichnungen dargestellt werden können, siehe Anhang I.

Der minimale Umfang von zusätzlichen zerstörungsfreien Prüfungen (ZfP) von Schweißverbindungen ist unter Befolgung nachstehender Regelungen festzulegen:

- a) Tabelle K.2 sollte für SC1 und Tabelle K.3 für SC2 angewendet werden;
- b) Neue Schweißanweisungen (WPS) sind unter Produktionsbedingungen zu überprüfen. Hierbei gelten folgende Regelungen:

- 1) Bei den ersten fünf Schweißungen, die nach der gleichen Schweißanweisung durchgeführt werden;

ANMERKUNG Die Prüfungen kann an Verbindungen verschiedener Tragwerke und unabhängig von deren Ausführungsklasse (EXC) durchgeführt werden.

- i) muss die Bewertungsstufe B erreicht werden;
- ii) müssen 100 % der Länge geprüft werden, aber nicht mehr als 300 mm bei jeder einzelnen Verbindung;

- 2) Ergibt die Prüfung eine Nichtübereinstimmung mit den Sollvorgaben, müssen die Gründe hierfür festgestellt und es muss eine neue Serie von fünf Verbindungen geprüft werden;

- c) sonstige zusätzlich festgelegte Regelungen.

Verfahren, die für die zerstörungsfreien Prüfungen (ZfP) und zerstörende Prüfungen für FSW anzuwenden sind, siehe Tabelle 11.

Festgelegte Werte für die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) sind in Prozent angegeben und beziehen sich auf die Länge der Naht bzw. der Nähte und gelten für jedes Bauteil bzw. Tragwerk. Jede Schweißanweisung muss dabei berücksichtigt werden.

Tabelle 11 — Für zerstörungsfreie Prüfung (ZfP)^{a, b, c} und zerstörende Prüfungen für FSW anzuwendende Prüfverfahren

EXC	Stumpfnähte	teilweise durchgeschweißte Nähte	Kehlnähte	FSW
1	PT	—	—	—
2	PT oder RT oder UT	PT + UT ^d	PT	Biegeprüfung ^e
3	PT + (RT oder UT)	PT + UT ^d	PT	Biegeprüfung ^e
4	PT + (RT oder UT)	PT + UT ^d	PT	Biegeprüfung ^e
^a Die Eindringprüfung (PT) muss in Übereinstimmung mit EN ISO 3452-1 ausgeführt werden. ^b Die Ultraschallprüfung (UT) muss in Übereinstimmung mit EN ISO 17640, Technik 1 und Prüfkategorie B ausgeführt werden. Die Abnahmekriterien nach Tabelle 16 sind einzuhalten. ^c Die Durchstrahlungsprüfung (RT) muss in Übereinstimmung mit EN ISO 17636-1 (alternativ EN ISO 17636-2), Klasse B, ausgeführt werden. ^d Die Ultraschallprüfung ist anwendbar für eine Einbrandtiefe ≥ 12 mm. ^e Die Biegeprüfung ist nach EN ISO 25239-5 auszuführen.				

12.4.3.3 Zerstörende Prüfung

Zerstörende Prüfungen dürfen nur durchgeführt werden, falls festgelegt.

12.4.3.4 Zusätzliche Prüfungen bei Nichtübereinstimmung mit den Sollvorgaben (Nichtkonformität)

Falls eine stichprobenweise Prüfung festgelegt worden ist, sind die Prüfungen an den Schweißnähten durchzuführen, bei denen die höchsten Zugspannungen auftreten. Die Wahl der zu prüfenden Schweißnaht muss sicherstellen, dass die Prüfung die Schweißbedingungen so weit wie möglich abdeckt, z. B. die Nahtart, den Werkstoff, die Schweißanlage und die Arbeit der jeweiligen Schweißer.

Falls bei einer stichprobenweise durchgeführten Prüfung Unregelmäßigkeiten in den Schweißnähten gefunden worden sind, die nicht die Kriterien für die Bewertungsgruppe der Schweißnaht erfüllen, muss der Umfang der Prüfung wie folgt erhöht werden. Im Falle, dass mehr als 4 % der geprüften Schweißnahtlänge repariert werden müssen, ist eine zusätzliche Länge von zweimal der ursprünglichen Länge zu prüfen. Falls das Ergebnis einer solchen zusätzlichen Prüfung zeigt, dass wiederum mehr als 4 % repariert werden müssen, muss die Schweißnaht auf der gesamten Länge geprüft werden.

Die Ergebnisse der Prüfungen müssen dokumentiert und in die Ausführungsdokumentation aufgenommen werden.

12.4.4 Abnahmekriterien für Schweißnähte

12.4.4.1 Tragwerke der Beanspruchungskategorie SC1

Die Bewertungsgruppen nach EN ISO 10042 sind festzulegen. Es sollten die Festlegungen in Tabelle K.5 beachtet werden.

Die zusätzlichen Festlegungen der Tabelle 12 in Bezug auf Bewertungsgruppe/Abnahmekriterien müssen eingehalten werden.

Die Regelungen bezüglich der Unregelmäßigkeiten 2.7 und 2.9 nach EN ISO 10042:2018 gelten nur, wenn die betreffende Schweißnaht länger als 25 mm ist. Bei kürzeren Schweißnähten sind diese Unregelmäßigkeiten nicht erlaubt.

Die Regelungen der EN ISO 10042:2018 bezüglich der nachstehenden Unregelmäßigkeiten finden hier keine Anwendung: 1.4, 1.11, 1.12, 1.14, 1.15, 1.17, 2.2 und 2.5.

Tabelle 12 — Zusätzliche Anforderungen zur Bewertungsgruppe bei SC1

Ordnungsnummer nach		abweichende Bewertungsgruppe/zusätzliche Anforderungen	
EN ISO 10042:2018 Tabelle 1	EN ISO 6520-1:2007	bei C	bei D
3.2	617	Der Spalt muss durch eine entsprechend größere Nahtdicke kompensiert werden.	keine
4.1	—	Die Summe der Unregelmäßigkeiten muss den Kriterien für „kurze Unregelmäßigkeiten“ genügen.	

12.4.4.2 Tragwerke der Beanspruchungskategorie SC2

Die Bewertungsgruppen nach EN ISO 10042 sind festzulegen. Dabei sollten die Festlegungen in Tabelle K.6 beachtet werden. Für innere und geometrische Unregelmäßigkeiten können verschiedene Bewertungsgruppen maßgebend werden.

Zusätzliche Anforderungen, die durch die Bezeichnungen B+, C+ oder D+ festgelegt werden, sind in Tabelle 13, Tabelle 14 und Tabelle 15 aufgeführt.

ANMERKUNG Wenn nach EN 1999-1-3 für geometrische und innere Fehler unterschiedliche Bewertungsgruppen angesetzt werden, gelten die zusätzlichen Anforderungen für B+, C+ und D+ nur für jene Art der Unregelmäßigkeit, für die B, C bzw. D verlangt wird.

Tabelle 13 — Zusätzliche Anforderungen zur Bewertungsgruppe B nach EN ISO 10042:2018, wenn für die maßgebende Bewertungsgruppe die Bezeichnung B+ festgelegt wurde

Ordnungsnummer nach		Art der Unregelmäßigkeit	maximale Grenze für die Unregelmäßigkeit
EN ISO 10042:2018	EN ISO 6520-1:2007		
1.10	5012	nicht durchlaufende Einbrandkerbe	nicht zulässig
1.11	502	zu große Nahtüberhöhung	$H \leq 1,0 + 0,1 b$ max. 4 mm
1.18	515	Wurzelrückfall	nicht zulässig
	5013	Wurzelkerbe	nicht zulässig
2.3	2011	(einzelne) Pore	$D \leq 0,15 s$ oder $0,15 a$ aber max. 3 mm
2.8	303	Oxideinschluss	nicht zulässig
2.9	3041	Wolframeinschluss	$l \leq 0,15 s$ oder $0,15 a$ aber max. 2 mm
3.1	507	Kantenversatz Längsschweißnähte	$h \leq 0,1 t$ max. 1,5 mm
		Umfangsschweißnähte	$h \leq 0,1 t$ max. 2 mm
4.1	—	Mehrfachunregelmäßigkeiten	nicht zulässig

Tabelle 14 — Zusätzliche Anforderungen zur Bewertungsgruppe C nach EN ISO 10042:2018, wenn für die maßgebende Bewertungsgruppe die Bezeichnung C+ festgelegt wurde

Ordnungsnummer nach		Art der Unregelmäßigkeit	abweichende Bewertungsgruppe/maximale Grenze für die Unregelmäßigkeit
EN ISO 10042:2018	EN ISO 6520-1:2007		
1.6	2017	Oberflächenporen	B
1.18	515	Wurzelrückfall	B
	5013	Wurzelkerbe	B
2.3	2011	(einzelne) Pore	B
2.8	303	Oxideinschluss	B
2.11	402	ungenügende Durchschweißung	nicht zulässig
4.1	—	Mehrfachunregelmäßigkeiten	nicht zulässig

Tabelle 15 — Zusätzliche Anforderungen zur Bewertungsgruppe D nach EN ISO 10042:2018, wenn für die maßgebende Bewertungsgruppe die Bezeichnung D+ festgelegt wurde

Ordnungsnummer nach		Art der Unregelmäßigkeit	maximale Grenze für die Unregelmäßigkeit
EN ISO 10042:2018	EN ISO 6520-1:2007		
1.2	104	Endkraterriss	nicht zulässig
1.9	4021	ungenügender Wurzeleinbrand	nicht zulässig

12.4.4.3 Rührreibschweißen

Die Abnahmekriterien für Schweißverfahren FSW müssen EN ISO 25239-5 entsprechen. Biegeprüfungen dürfen keine Brüche hervorrufen.

12.4.5 Abnahmekriterien für Ultraschallprüfung

Die Abnahmekriterien für Ultraschallprüfungen sind in Tabelle 16 angegeben.

Tabelle 16 — Abnahmekriterien für Ultraschallprüfungen von Schweißnähten

Fehlerart	EXC 2	EXC 3 und EXC 4
wenn Echokurve die Referenzkurve überschreitet		
Risse	nicht annehmbar, unabhängig von Echohöhe	
mangelnde Verschmelzung und unvollständiger Durchbruch	Länge max. 2 t max. 25 mm je 100 mm Schweißnahtlänge	nicht annehmbar
Porosität	falls Porosität andere Fehler abdecken könnte, ist nachzubessern	
Oxide oder andere Einschlüsse	Länge max. 2 t max. 25 mm	nicht annehmbar
t = Dicke		
Als Fehlerlänge wird der Abstand zwischen den Punkten bezeichnet, an denen das Echo ansteigt oder 50 % DAC überschreitet (bei Fehlern, die größer als Träger sind). Für Fehler, die kleiner als der Träger sind, darf die Technik der maximalen Amplitude angewandt werden. Bei länglichen Fehlern auf der Linie, deren Zwischenabstand geringer als die Länge der längsten Anzeige ist, sind Fehler als ein kontinuierlicher Fehler zu bewerten. ANMERKUNG Bei Ausführung der Ultraschallprüfung auf nur einer Seite der Schweißnaht und nur einer zugänglichen Fläche, verringert sich die annehmbare Echohöhe von 100 % auf 50 %.		

12.4.6 Reparatur geschweißter Verbindungen

Die ursprünglichen Anforderungen an Schweißnähte müssen nach jeder Art von Reparatur oder Austausch nichtkonformer Teile eingehalten werden.

Reparierte Schweißnähte sind vollständig und mit den gleichen Verfahren wie die Originalnaht erneut zu prüfen.

Die Länge jeder fehlerhaften Schweißnaht muss durch ein geeignetes Prüfverfahren bestimmt werden und eindeutig an der Verbindung markiert werden.

Reparierte Bereiche sind in der Ausführungsdokumentation anzugeben.

Keine Verbindung und auch kein Teil einer Schweißnaht darf ohne spezielle Erlaubnis mehr als zweimal erneut geschweißt bzw. repariert werden.

12.4.7 Kontrollen nach der Entfernung von Montagehilfen

Es sind entsprechende Kontrollen durchzuführen, um sicherzustellen, dass die Konstruktionsmaterialien an der Stelle früher angebrachter Montagehilfen keine Risse aufweisen und dass die Oberfläche blechen geschliffen wurde.

12.5 Mechanische Verbindungsmittel

12.5.1 Kontrolle von Verbindungen mit nicht vorgespannten Schraubengarnituren

Nach dem Anziehen der Schraubengarnituren müssen alle Verbindungen visuell überprüft werden.

Abnahmekriterien und Maßnahmen im Fall von Nichtübereinstimmung mit Sollvorgaben (Nichtkonformität) müssen den Festlegungen in 8.3.1 und 9.5.5 entsprechen.

Besteht die Nichtkonformität in der unterschiedlichen Dicke der Lagen, so dass die Kriterien von 8.1.2 überschritten werden, so muss die Verbindung neu ausgeführt werden. In anderen Fällen darf, falls möglich, die Nichtkonformität durch ein örtliches Ausrichten korrigiert werden.

Wird eine Isolierung zwischen Aluminium und anderen Metallen gefordert, müssen die Anforderungen in Bezug auf deren Überprüfung festgelegt sein.

Nachgebesserte Verbindungen müssen neu überprüft werden.

12.5.2 Kontrolle von Verbindungen mit vorgespannten Schraubengarnituren

12.5.2.1 Kontrolle der Reibflächen

Enthalten die Verbindungen Reibflächen, sind die Flächen unmittelbar vor dem Zusammenbau visuell zu überprüfen. Es gelten die Abnahmekriterien nach 8.1.

Jede Nichtkonformität ist, wie in 8.1 festgelegt, zu korrigieren.

12.5.2.2 Kontrolle vor dem Anziehen

Alle vorgespannten Schraubengarnituren sind nach der ersten Verschraubung und vor Aufbringen der Vorspannung visuell am örtlich ausgerichteten Tragwerk zu überprüfen. Es gelten die Abnahmekriterien nach 8.1.

Besteht die Nichtkonformität in der unterschiedlichen Dicke der Lagen, so dass die Kriterien von 8.1.2 überschritten werden, so muss die Verbindung neu ausgeführt werden. In anderen Fällen darf, falls möglich, die Nichtkonformität durch ein örtliches Ausrichten korrigiert werden.

Nachgebesserte Verbindungen müssen neu überprüft werden.

12.5.2.3 Kontrolle während und nach dem Anziehen

Die Überprüfung und Abnahmekriterien für gleitfeste Verbindungen von Schraubengarnituren müssen festgelegt sein.

EN 1090-2 darf als Grundlage für die Erstellung von Kriterien für die Prüfung und Abnahme gleitfester Verbindungen benutzt werden.

Das Nachziehen der Schraubengarnituren bei gleitfesten Verbindungen darf als Überprüfung eines korrekten Anziehens angesehen werden.

Alle Unregelmäßigkeiten müssen protokolliert und bewertet werden, gegebenenfalls sind Nachbesserungen vorzunehmen.

12.5.3 Kontrolle von Nietverbindungen

100 % der Niete müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden.

Ein geschlagener Niet darf keine Risse oder Ausbrüche aufweisen.

Alle losen, außermittig geschlagenen oder anderweitig fehlerhaften Niete müssen herausgeschnitten und ersetzt werden, bevor das Tragwerk belastet wird.

12.6 Klebungen

Die Verfahren und der Mindestumfang an Kontrollen müssen festgelegt sein. Jegliche Veränderung in der Spezifikation muss dokumentiert werden.

12.7 Kontrolle der errichteten Tragwerksgeometrie

Der Prüfplan muss festlegen, welche Maße geprüft und dokumentiert werden müssen.

12.8 Nichtkonforme Produkte

12.8.1 Nichtkonforme Konstruktionsmaterialien

Liegen die Prüfzeugnisse nach 5.2 für Konstruktionsmaterialien nicht vor, so müssen diese als nichtkonform angesehen und behandelt werden, bis gezeigt werden kann, dass sie den Anforderungen des Prüfplans entsprechen.

Sind Produkte als nichtkonform deklariert und wird deren Konformität später durch Prüfungen oder Nachprüfungen nachgewiesen, dann müssen diese Prüfungen dokumentiert werden.

Kann nachgewiesen werden, dass mit einem nichtkonformen Produkt die Anforderungen an das Bauteil oder Tragwerk nach 12.8.2 erfüllt werden können, darf das Produkt abgenommen werden. Der Nachweis ist zu protokollieren.

12.8.2 Nichtkonforme Bauteile und Tragwerke

Kann gezeigt werden, dass die geforderte Tragwerkssicherheit, die Dauerhaftigkeit und die Funktionsfähigkeit trotz nichtkonformer Eigenschaften eines Bauteils oder Tragwerks vorhanden sind, kann dieses als technisch ausreichend angesehen werden, ohne dass Reparaturen nötig sind.

ANMERKUNG Über das „Gut für den Gebrauch“ kann zwischen den Parteien eine Vereinbarung getroffen werden.

Anhang A (normativ)

Notwendige Festlegungen, festzulegende Alternativen und Anforderungen bei den Ausführungsklassen

A.1 Liste der notwendigen Festlegungen

Dieser Abschnitt enthält, in Tabelle A.1 aufgelistet, alle nach dem Text dieses Dokuments zusätzlichen Festlegungen, die erforderlich sind, um die Anforderungen an die Ausführung der Arbeiten umfassend und in Übereinstimmung mit diesem Dokument zu definieren (betrifft Formulierungen wie „ist festzulegen“ u. Ä.).

Tabelle A.1 — Abschnitte, die Sachfragen mit zusätzlich notwendigen Festlegungen betreffen

Abschnitt	Sachfrage
4.1.2	anzuwendende Ausführungsklasse(n)
4.2.2	Erfordernis eines Qualitätsmanagementplans für die Ausführung der Arbeiten
5.1	zu verwendende Konstruktionsmaterialien
5.3	Prüfanforderungen für Gussstücke
5.5	für die Basiswerkstoffe zu verwendende Schweißzusatzwerkstoffe
5.6.1	Kategorien der Schraubenverbindungen, Produktnormen, Festigkeitsklassen sowie alle weiteren Anforderungen, wie z. B. Oberflächenbehandlung
5.7	Anforderung an das Kurz- und Langzeitverhalten von Klebstoffen
6.4	Notwendigkeit des Entferns von scharfen Kanten aus technischen Gründen
6.6	Lochgrößen
6.6	Ansenkmaße für Senkschrauben
6.6	Ansenkmaße für Senkniete
6.6	Lochlänge bei Langlochverbindungen
6.9	Erfordernis eines kompletten Zusammenbaus
7.3	geplante Anwendung anderer Schweißverfahren als Metall-Inertgasschweißen
7.5.1	Anforderungen an das Schweißen bei Anwendung anderer Schweißprozesse, als in 7.3 aufgeführt
7.5.1	Notwendigkeit des Schleifens der Nahtoberflächen
7.5.5	Erlaubnis für Anschweißen von Montagehilfen Stellen, an denen temporäre Montagehilfen nicht erlaubt sind
7.5.8	Lage von Stumpfnähten für das Anschließen von Konstruktionsmaterialien
7.5.9	Lochabmessungen für Schlitz- und Lochnähte
7.5.10	Ob Kehlnähte, die an den Enden oder Seiten von Bauteilen abschließen, kontinuierlich herumgeführt werden sollten
7.5.13	Anforderungen an andere Schweißungen, z. B. Punkt- oder Bolzenschweißungen, die nicht mit in 7.3 aufgeführten Verfahren erstellt wurden
8.1.3	Größe der Kontaktflächen bei gleitfesten Verbindungen

Abschnitt	Sachfrage
8.2.6	Verwendung normaler oder übergroßer Unterlegscheiben
8.5	Verfahrensweise bei der Herstellung geklebter Verbindungen Anforderungen bezüglich Kontrollen, Ausmaß von Prüfungen sowie Abnahmekriterien
10.1	jegliche Schutzbehandlung
10.1	Brandschutzsysteme
10.2	Beschichtung, Anodisation und Passivierung
10.2	Schutzbehandlung der inneren Oberflächen von Hohlprofilen
10.3.1	Art und Ausmaß aller Schutzmaßnahmen (Oberflächen und Kontaktflächen)
11.1	jegliche Sondertoleranzen
11.2.2.5	Toleranzklassen für Schalentragwerke
12.3.2	Orte und Häufigkeit von Maßkontrollen
12.4.3.1	Qualitätsanforderungen an geschweißte Verbindungen und Mindestprüfumfang
12.4.4.1	Qualitätsanforderungen an Schweißnähte für Beanspruchungskategorie SC1
12.4.4.2	Qualitätsanforderungen an Schweißnähte für Beanspruchungskategorie SC2
12.5.1	Anforderungen an die Prüfung isolierender Verbindungen
12.5.2.3	Schraubenverbindungen ohne gleitfeste Funktion
12.6	Methode und Mindestumfang von Kontrollen für geklebte Verbindungen

A.2 Liste möglicher alternativer Festlegungen

In diesem Abschnitt werden jene Punkte aufgelistet, für die dieses Dokument zwar eine Festlegung trifft, als Alternative aber auch davon abweichende Regelungen festgelegt werden dürfen. Werden solche abweichenden Regelungen nicht ausdrücklich vorgeschrieben, gelten die Festlegungen dieses Dokuments.

Tabelle A.2 — Abschnitte, die Alternativen für Festlegungen enthalten

Abschnitt	Sachfrage
4.2.1	Wird für Ausführungsklasse EXC2 eine Qualitätsdokumentation verlangt?
5.6.1	Wird für mechanische Verbindungsmittel eine Oberflächenbehandlung festgelegt?
6.6	Sollte ein anderes Lochspiel, als in Tabelle 6 angegeben, angewendet werden?
6.6	Wird ein Entfernen von Graten verlangt, wenn Teile zusammen verbohrt werden?
7.5.8	Müssen bei Ausführungsklasse EXC2 Schweißanlauf- und Schweißauslaufbleche verwendet werden?
8.2.5	Wird ein Sichern von Muttern gefordert?
8.3.1	Welche Art von Schraubensicherung vorgeschrieben ist?
8.3.2	Anziehverfahren bei vorgespannten Verbindungen ohne gleitfeste Funktion
10.3.2	Korrosionsschutz von Aluminiumoberflächen bei Kontakt mit Aluminium und Kunststoffen
10.3.3	Korrosionsschutz von Aluminiumoberflächen bei Kontakt mit Stahl und Holz
10.3.4	Korrosionsschutz von Aluminiumoberflächen bei Kontakt mit Beton, Mauerwerk und Putz usw.
10.3.5	Abdichtmaßnahmen an Verbindungsmitteln

Abschnitt	Sachfrage
11.2.3.3.3	Dürfen Futterbleche mittels Schweißen fixiert werden?
12.4.1	Wird die Prüfung der Passgenauigkeit vor dem Schweißen gefordert?
12.4.3.1	Zusatzprüfungen und Prüfverfahren an Schweißnähten
12.4.3.2	zusätzliche Festlegungen in Bezug auf den kleinsten Prüfumfang
12.4.3.3	Müssen zerstörende Prüfungen durchgeführt werden?

A.3 Ausführungsklassenabhängige Anforderungen

Dieser Abschnitt enthält die den einzelnen Ausführungsklassen zugeordneten Anforderungen.

Tabelle A.3 — Anforderungen für Ausführungsklassen

Ab-schnitt	Betreff	Ausführungs-klasse EXC1	Ausführungs-klasse EXC2	Ausführungs-klasse EXC3	Ausführungs-klasse EXC4
4 Ausführungsunterlagen und Dokumentation					
4.2.1	Qualitätsdokumentation	keine	falls gefordert	ja	ja
5 Konstruktionsmaterialien					
5.2	Prüfbescheinigungen für Aluminiumtragwerke	Werkszeugnis 2.2	Abnahmeprüfzeugnis 3.1	Abnahmeprüfzeugnis 3.1	Abnahmeprüfzeugnis 3.1
5.2	Prüfbescheinigungen für Schweißzusätze	Werkszeugnis 2.2	Abnahmeprüfzeugnis 3.1	Abnahmeprüfzeugnis 3.1	Abnahmeprüfzeugnis 3.1
5.2	Rückverfolgbarkeit	keine	keine	ja	ja
5.2	Kennzeichnung von Legierung und Zustand	keine	Ja, falls verschiedene Legierungen und Zustände gleichzeitig im Umlauf sind	Ja, falls verschiedene Legierungen und Zustände gleichzeitig im Umlauf sind	Ja, falls verschiedene Legierungen und Zustände gleichzeitig im Umlauf sind
6 Materialvorbereitung					
6.2	Kennzeichnung/Identifizierbarkeit von Konstruktionsmaterialien	keine	Ja, falls verschiedene Legierungen und Zustände gleichzeitig im Umlauf sind	Ja, falls verschiedene Legierungen und Zustände gleichzeitig im Umlauf sind	Ja, falls verschiedene Legierungen und Zustände gleichzeitig im Umlauf sind
6.2	Kennzeichnung/Identifizierbarkeit von Teilen während der Fertigung	keine	ja	ja	ja
7 Schweißen					
7.1	Qualitätsanforderungen an Schweißungen	EN ISO 3834-4 Elementare Qualitätsanforderungen	EN ISO 3834-3 Standard-Qualitätsanforderungen	EN ISO 3834-2 Umfassende Qualitätsanforderungen	EN ISO 3834-2 Umfassende Qualitätsanforderungen

Ab-schnitt	Betreff	Ausführungs- klasse EXC1	Ausführungs- klasse EXC2	Ausführungs- klasse EXC3	Ausführungs- klasse EXC4
7.2.1	Schweißplan	keine	ja	ja	ja
7.4.1	Schweißanweisungen (WPS)	keine	nach EN ISO 15609-1	nach EN ISO 15609-1	nach EN ISO 15609-1
7.4.1	Qualifizierung von Lichtbogen-Schweißverfahren	keine	nach EN ISO 15612 oder EN ISO 15613 oder EN ISO 15614-2	nach EN ISO 15613 oder EN ISO 15614-2	nach EN ISO 15613 oder EN ISO 15614-2
7.4.4	Schweißaufsicht	keine	nach EN ISO 14731	nach EN ISO 14731	nach EN ISO 14731
7.4.4	Schweißaufsichtspersonal	keine	technische Kenntnisse nach Tabelle 7	technische Kenntnisse nach Tabelle 7	technische Kenntnisse nach Tabelle 7
7.5.6	Heftnähte	keine	keine	Bedingungen für die Vornahme von Heftungen in Schweißanweisung WPS vorgeben	Bedingungen für die Vornahme von Heftungen in Schweißanweisung WPS vorgeben
7.5.8	Stumpfnähte	keine	falls verlangt: An- und Auslaufbleche zur Sicherstellung der vollen Durchschweißung	An- und Auslaufbleche zur Sicherstellung der vollen Durchschweißung	An- und Auslaufbleche zur Sicherstellung der vollen Durchschweißung
8 Mechanische Verbindungen und Klebungen					
8.2.5	Sichern von Muttern	falls gefordert	falls gefordert	falls gefordert	Muttern müssen generell gesichert werden.
8.2.5	Einbau von Muttern	keine	keine	Herstellerzeichen, sichtbar zur Kontrolle	Herstellerzeichen, sichtbar zur Kontrolle
12 Kontrollen, Prüfungen und Nachbesserung					
12.4.3.1	Prüfverfahren	nach Tabelle 9	nach Tabelle 9	nach Tabelle 9	nach Tabelle 9
Nachstehende Punkte sind in einem informativen Anhang geregelt					
K.3.1	Empfohlener Umfang der zusätzlichen zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) bei SC1	nach Tabelle K.2	nach Tabelle K.2	nach Tabelle K.2	nach Tabelle K.2
K.3.2	Empfohlener Umfang der zusätzlichen zerstörungsfreien Prüfung ZfP bei SC2	nach Tabelle K.3	nach Tabelle K.3	nach Tabelle K.3	nach Tabelle K.3

Anhang B (informativ)

Checkliste für den Inhalt eines Qualitätsmanagementplans

B.1 Einleitung

Abgestimmt auf den Inhalt von 4.2.2 und unter Einbeziehung der allgemeinen Leitlinien nach ISO 10005 enthält dieser Anhang Empfehlungen über den notwendigen Inhalt projektspezifischer Qualitätsmanagementpläne für die Ausführung von Aluminiumkonstruktionen.

B.2 Inhalt

B.2.1 Management

Organisationsplan für das Projektmanagement, in dem die Schlüsselpersonen benannt sind, deren Aufgaben und Zuständigkeiten während der Projektausführung angegeben sind, und in dem die Befehls- und Kommunikationsstrukturen geregelt sind.

Vereinbarungen über Planung und Zusammenarbeit mit den anderen Parteien während der gesamten Projektausführung sowie über die Überwachung von Ausführung und Projektfortschritt.

Feststellung der Aufgaben, die an Nachunternehmer und andere außerhalb des Hauses übertragen werden.

Benennung und Nachweis der Qualifikation des beim Projekt einzusetzenden Personals, einschließlich Schweißaufsichtspersonal, Prüfpersonal, Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen.

Vorkehrungen zur Überwachung von Abweichungen, Änderungen und Zugeständnissen, die sich im Laufe der Projektausführung ergeben.

B.2.2 Überprüfung der Ausführungsunterlagen

Anweisung, die Festlegungen der Projektunterlagen auf deren Auswirkungen dahingehend zu überprüfen, ob sie zusätzliche oder außergewöhnliche Maßnahmen erfordern, die das Qualitätsmanagementsystem des Herstellers nicht mehr sicherstellen kann. Das kann z. B. aus der festgelegten Ausführungsklasse oder Beanspruchungskategorie resultieren.

Zusätzliche Maßnahmen beim Qualitätsmanagement, die nach Überprüfung der Festlegungen in den Projektunterlagen erforderlich werden.

B.2.3 Dokumentation

B.2.3.1 Allgemeines

Verfahrensabläufe, um die eingehende und ausgehende Projektdokumentation zu kontrollieren. Dazu gehören Prüfungen bezüglich des Änderungsstands und das Vermeiden der Benutzung falscher oder überholter Dokumente, sowohl im Hause als auch bei Unterauftragnehmern, einschließlich Zeichnungen, Berechnungen, elektronischer Informationen und zugehöriger Register.

B.2.3.2 Dokumentation vor Beginn der Ausführung

Vorgehensweisen zur Bereithaltung der notwendigen Dokumentation zu Beginn eines jeden Fertigungsschritts. Dazu gehören:

- Prüfbescheinigungen für Konstruktionsmaterialien;
- Schweißanweisungen (WPS) und dazugehörige Prüfungsbescheinigungen;
- Festlegung aller Arbeitsverfahren, einschließlich Montage und Vorspannen von Schrauben;
- statische Berechnungen für vorübergehende Bauzustände bei der Montage;
- Vereinbarungen über Gegenstand und Zeitpunkt notwendiger Genehmigungen und Zulassungen durch Zweit- und Drittparteien bzw. der Genehmigung der Dokumentation vor Fertigungsbeginn.

B.2.3.3 Aufzeichnungen und Berichte während der Ausführung

Verfahrensabläufe für die Erstellung von Aufzeichnungen und Berichten während der Ausführung, dazu gehören:

- a) Rückverfolgbarkeit der Konstruktionsmaterialien beim fertigen Bauteil;
- b) Kontrollen, Prüfberichte und Maßnahmen für den Fall von Fertigungsmängeln (Nichtkonformität), betreffend:
 - 1) Vorbereitung der Schweißnahtkanten vor dem Schweißen;
 - 2) Schweißen und fertige Schweißungen;
 - 3) geometrische Abweichungen bei werksmäßig hergestellten Bauteilen;
 - 4) Oberflächenvorbereitung und -behandlung;
 - 5) Kalibrierung der Werkstattausrüstung, einschließlich der Mittel zur Kontrolle der Vorspannung von Schrauben;
- c) Inspektionsbericht über die Baustellensituation vor der Montage, zur Versicherung, dass mit der Montage begonnen werden kann;
- d) Lieferpläne für auf die Baustelle zu liefernden Bauteile mit Kennzeichnung für den Einbauort im fertigen Tragwerk;
- e) Überprüfung der Abmessungen des Tragwerks und Maßnahmen für den Fall der Feststellung von Mängeln (Nichtkonformität);
- f) Bestätigung über die Fertigstellung und Übergabe.

B.2.3.4 Aufbewahrung von Dokumenten

Vorkehrungen, damit die wesentlichen Dokumente für Kontrollen zur Verfügung stehen und diese auch noch mindestens 5 Jahre, gegebenenfalls projektabhängig auch länger, aufbewahrt werden.

ANMERKUNG Nationale Vorschriften können strengere Anforderungen bezüglich der Aufbewahrung von Dokumenten beinhalten.

B.2.4 Verfahrensabläufe bei Kontrollen und Prüfungen

Feststellung der durchzuführenden Prüfungen und Kontrollen nach diesem Dokument und dem Qualitätssystem des Herstellers, welche für die Ausführung des Projekts nötig sind. Dazu gehören:

- a) Umfang der Kontrollen;
- b) Abnahmekriterien;
- c) Maßnahmen für den Fall der Feststellung von Nichtkonformität, Nachbesserungsmaßnahmen und Zugeständnisse;
- d) Verfahrensabläufe bei Annahme/Zurückweisung.

Projektspezifische Anforderungen bezüglich Kontrollen und Prüfungen, einschließlich der Festlegungen, ob bestimmte Prüfungen und Kontrollen nur unter Zeugen durchgeführt werden dürfen, und Punkte, wo eine benannte dritte Partei eine Kontrolle durchführen muss.

Festlegung von Fertigungsprüfstopps für die direkte Anwesenheit der Zweit- bzw. Drittpartei vor Ort, für die Genehmigung oder Annahme von Prüf- und Kontrollergebnissen.

Anhang C (normativ)

Prüfung der geschweißten Kreuzprobe

C.1 Einleitung

Diese Prüfung dient als

a) Verfahrensprüfung für Kehlnähte (Festigkeit und Güte),

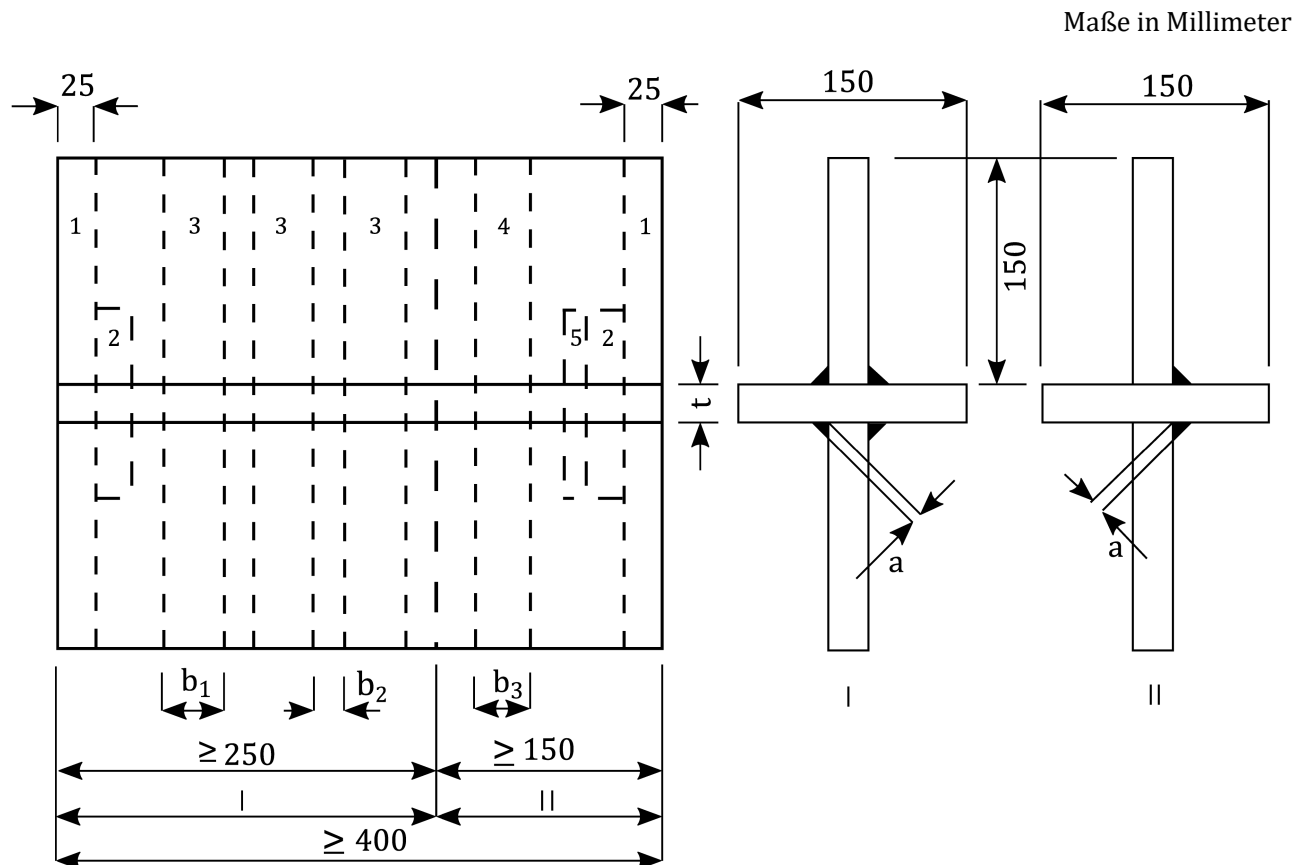
oder

b) Prüfung der Materialeigenschaften von Blechen/Platten aus EN AW-6082 nach 5.3.

C.2 Prüfstück

Das Prüfstück für eine Schweißverfahrensprüfung für Kehlnähte muss nach Bild C.1 vorbereitet und geschweißt werden.

Für die Prüfung der Materialeigenschaften von Blechen/Platten aus EN AW-6082 wird nur Abschnitt I benötigt.



Legende

- | | | | |
|-------|---------------------------------------|---|---|
| I | Abschnitt I ≥ 250 mm | 1 | Abfall 25 mm |
| II | Abschnitt II ≥ 150 mm | 2 | 2 Proben für die Makroschliffuntersuchung |
| | | 3 | 3 Kreuzzugproben |
| | | 4 | 1 Probe für die Bruchprüfung |
| | | 5 | 1 Probe für die Mikroschliffuntersuchung (nur für Werkstoffgruppe 23 (ausscheidungshärtende Legierungen) nach CEN ISO/TR 15608) |
| b_1 | Breite der Kreuzzugprobe ≥ 35 mm | | |
| b_2 | Sägeschnittbreite ≤ 5 mm | | |
| b_3 | Breite der Bruchprobe ≥ 80 mm | | |
| t | Dicke des Prüfstücks | | |
| a | Kehlnahtdicke | | |
| | ($t \leq 8$ mm: $a = 0,7 t$) | | |
| | ($t > 8$ mm: $a = 0,5 t$) | | |

Bild C.1 — Kreuzstoßprüfstück für Kehlnähte

C.3 Untersuchung und Prüfung

Vor dem Aufteilen in Proben müssen eine Sichtprüfung (100 %) und eine Eindringprüfung (100 %) erfolgen.

Die Bruchprüfung ist nach EN ISO 9017 durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Es wird empfohlen, die Bruchprüfung vor den Prüfungen der Kreuzproben auf Zug und der Makro-/Mikroschliffproben durchzuführen.

Die Prüfung der Kreuzproben auf Zug muss nach EN ISO 9018 erfolgen.

Zur Feststellung der Zugfestigkeit eines Kreuzstoßprüfstücks wird die Festigkeit der Kehlnaht berechnet, indem für jede Probe die effektive mittlere Dicke a_{eff} der Kehlnaht ermittelt wird. Die Zugfestigkeit, definiert als $R_{\text{m,test}} = N_{\text{m,test}}/2a_{\text{eff}}$, unabhängig vom Bruchverlauf (Naht oder WEZ der Naht), muss die Sollwerte von Tabelle C.1 erfüllen. Bricht der erste Prüfkörper quer in der WEZ des Basiswerkstoffs, muss die Naht der anderen Prüfkörper abgearbeitet werden, um den Bruch an der Naht zu erzwingen.

ANMERKUNG 2 In EN ISO 17659:2004, Bild 14 und Tabelle 8, ist die effektive Nahtdicke definiert.

Die Proben für die Makro-/Mikroschliffuntersuchungen müssen nach EN ISO 17639 vorbereitet und untersucht werden und die Vorgaben von EN ISO 15614-2 erfüllen. Akzeptanzkriterien sind die Anforderungen von EN ISO 15614-2.

Tabelle C.1 — Mindestwerte für die Zugfestigkeit von Kreuzproben (Position 3 in Bild C.1) in N/mm²

Legierungsbezeichnung nach EN 573-3 und EN 573-2		Zustand nach EN 1999-1-1	Schweißzusätze nach EN 1999-1-1, Legierungsbezeichnung nach EN ISO 18273		
EN AW-	EN AW-		S-Al 5356/A S-Al 5556A/B S-Al 5183/A	S-Al 4043A S-Al 4047A	S-Al 3103
			min R_m (N/mm ²)		
3004	AlMn1Mg1	alle	126	126	67
3005	AlMn1Mg0,5	alle	93	93	67
3103	AlMn1	alle	—	67	67
5005 5005A	AlMg1(B) AlMg1(C)	alle	81	81	—
5049	AlMg2Mn0,8	alle	153	—	—
5052	AlMg2,5	alle	120	—	—
5083	AlMg4,5Mn0,7	alle	170	—	—
5383	AlMg4,5Mn0,9	alle	170	—	—
5454	AlMg3Mn	alle	156	—	—
5754	AlMg3	alle	152		—
6060	AlMgSi	T66	89	89	—
		T6, T64	81	81	—
		T5	64	64	—
6061	AlMg1SiCu	T6/T651	134	120	—
		T4/T451	121	120	—
6063	AlMg0,7Si	T66	105	105	—
		T6	89	89	—
		T5	81	81	—
6005A	AlSiMg(A)	T6	127	113	—
6082	AlSi1MgMn	T6/T651 T61/T6151 T5	148	134	—
		T4/T451	129	129	—
6106	AlMgSiMn	T6	127	113	—
7020	AlZn4,5Mg1	T6/T651	184	149	—
8011A	AlFeSi	alle	68	68	—

Anhang D (normativ)

Verfahrensprüfung zur Bestimmung der Haftreibungszahl

D.1 Zweck der Prüfung

Zweck dieses Prüfverfahrens ist die Bestimmung der Haftreibungszahl von Reibflächen mit einer bestimmten Oberflächenbehandlung, die im Allgemeinen eine Oberflächenbeschichtung mit einschließt.

Das Prüfverfahren soll auch sicherstellen, dass einem möglichen Kriechen der Verbindung Rechnung getragen wird.

D.2 Einflussgrößen

Die Gültigkeit von Versuchsergebnissen für beschichtete Oberflächen beschränkt sich auf jene Fälle, bei denen alle wesentlichen Einflussgrößen denen der Prüfkörper entsprechen.

Nachfolgende Einflussgrößen müssen als wesentlich angesehen werden:

- a) die Rezeptur der Beschichtung;
- b) die Oberflächenvorbehandlung und das Aufbringen der Grundbeschichtung bei Mehrschichtsystemen, siehe D.3;
- c) die maximale Dicke der Beschichtung, siehe D.3;
- d) der Härtingsprozess;
- e) der Mindestzeitraum zwischen dem Aufbringen der Beschichtung und der Belastung der Verbindung;
- f) die Festigkeitsklasse der Schraube, siehe D.6;
- g) Dicke der angeschlossenen Bleche.

Bei der Festlegung der Zusammensetzung der Beschichtung sind die Art und Weise der Aufbringung und die verwendeten Verdünnungsmittel mit einzubeziehen. Der Härtingsprozess ist zu belegen, entweder durch Hinweise auf veröffentlichte Empfehlungen oder durch Beschreibung des tatsächlichen Vorgehens. Der Zeitraum (in Stunden) zwischen Beschichtung und Versuchsdurchführung ist zu dokumentieren.

D.3 Prüfkörper

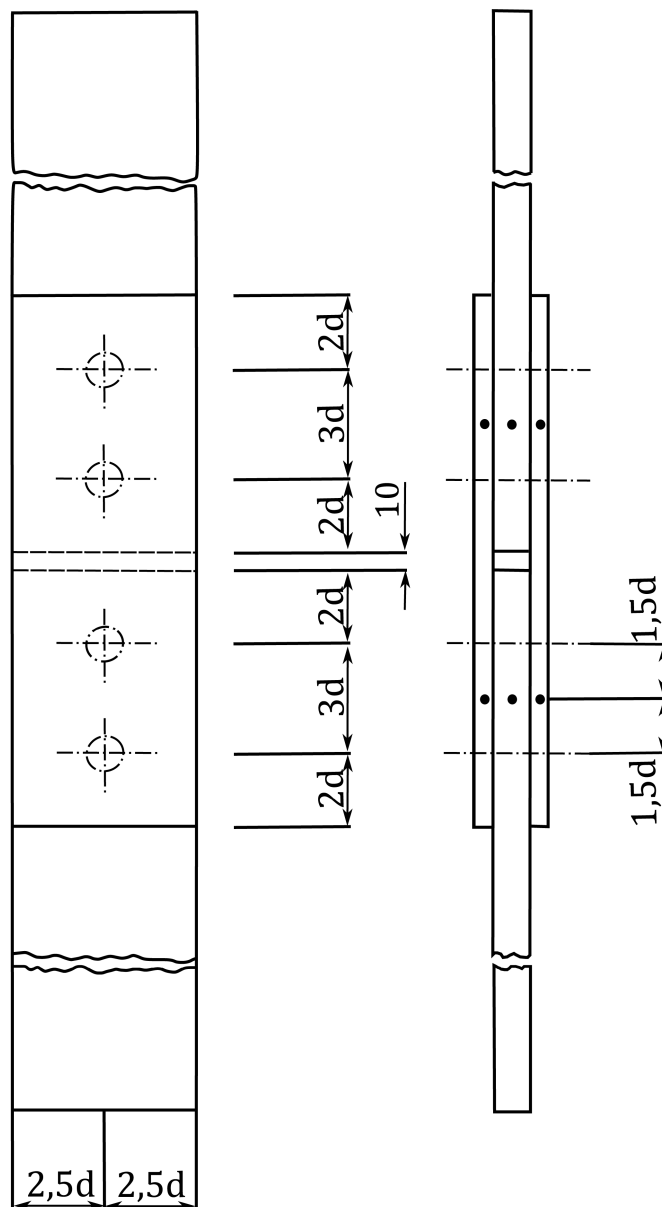
Die Maße der Prüfkörper müssen den Angaben von Bild D.1 und die Dicke der angeschlossenen Bleche muss der Gesamtdicke der Verbindung entsprechen.

ANMERKUNG In EN 1999-1-1:2007, 8.5.9.5, sind verschiedene Haftreibungszahlen für verschiedene Dicken der Verbindung angegeben.

Um sicherzustellen, dass die beiden inneren Platten die gleiche Dicke haben, müssen diese so hergestellt werden, indem sie aufeinanderfolgend vom gleichen Ausgangsmaterial herausgeschnitten und in gleicher Lage zueinander im Prüfstück angeordnet werden.

Die Platten müssen sauber geschnittene Kanten aufweisen, die den Kontakt zwischen den Plattenoberflächen nicht stören. Sie müssen genügend eben sein, damit die vorbereiteten Oberflächen Kontakt haben, wenn die Schrauben nach 8.3.2 vorgespannt worden sind.

Maße in Millimeter



Legende

d Schraubendurchmesser

Bild D.1 — Prüfkörper zur Prüfung der Haftreibungszahl

Die festgelegte Behandlung und Beschichtung der Kontaktflächen müssen bei den Prüfkörpern auf die gleiche Weise erfolgen, wie beim Tragwerk vorgesehen. Die mittlere Schichtdicke auf den Berührflächen der Prüfkörper muss mindestens um 25 % dicker sein, als die für den Einsatz im Tragwerk festgelegte Nenndicke.

Die Schrauben sind im Prüfkörper mit Lochleibungskontakt zu montieren, jedoch entgegengesetzt zur Richtung der Prüflast.

Die Schrauben müssen bis auf ± 5 % der für die Abmessung und Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube festgelegten Vorspannkraft $F_{p,C}$ angezogen werden.

Die Vorspannkraft in den Schrauben muss direkt gemessen werden mit einer Ausstattung, die eine Messunsicherheit von weniger als ± 5 % aufweist.

Wenn der im Laufe der Zeit auftretende Verlust an Vorspannung abgeschätzt werden soll, dürfen die Prüfkörper für einen festgelegten Zeitraum zwischengelagert werden, nach dem dann die Vorspannung wieder gemessen werden darf.

Die Schraubenvorspannungen jedes Prüfkörpers müssen unmittelbar vor dem Prüfen gemessen werden. Erforderlichenfalls müssen die Schrauben erneut auf die geforderte ± 5 %-Genauigkeit angezogen werden.

D.4 Versuchsdurchführung und Auswertung

Es sind fünf Prüfkörper zu prüfen. Bei vier Versuchen ist die Last mit normaler Geschwindigkeit aufzubringen (Dauer jeweils etwa 10 min bis 15 min). Der fünfte Prüfkörper ist für einen Kriechversuch zu verwenden.

Die Prüfkörper sind in einer Zugprüfmaschine zu prüfen. Das Last-Gleitweg-Diagramm ist aufzuzeichnen.

Der Gleitweg ist als die in Kraftrichtung gegeneinander erfolgende Verschiebung benachbarter Punkte der Innenplatte und Deckplatte zu ermitteln. Er ist getrennt an jedem Ende des Prüfkörpers zu messen. Für jedes Ende ist der Gleitweg als Mittelwert der Verschiebungen auf beiden Seiten des Prüfkörpers zu bestimmen.

Als Gleitlast F_{Si} wird jene Last bezeichnet, der ein Gleitweg von 0,15 mm zuzuordnen ist.

Der fünfte Prüfkörper wird mit einer Last von 90 % der mittleren Gleitlast F_{Sm} belastet, die aus den Versuchen mit den ersten vier Prüfkörpern ermittelt wurde, d. h. der Mittelwert aus acht Messwerten.

Wenn beim fünften Prüfkörper nach Aufbringung der Last der Unterschied zwischen dem gemessenen Gleitweg nach 5 min und dem Gleitweg nach 3 h nicht größer als 0,002 mm ist, ist die Gleitlast für den fünften Prüfkörper so wie bei den ersten vier Prüfkörpern zu bestimmen. Ergibt dieses verzögerte Gleiten einen Gleitweg größer als 0,002 mm, muss eine erweiterte Kriechprüfung nach D.5 durchgeführt werden.

Übersteigt die Standardabweichung s_{Fs} der zehn Werte der Gleitlast (ermittelt an den fünf Prüfkörpern) 8 % des Mittelwerts, sind weitere Prüfkörper zu prüfen. Die Gesamtzahl „n“ der Prüfkörper (einschließlich der ersten fünf) ist nach nachstehender Beziehung zu ermitteln:

$$n \geq \left(\frac{s}{3,5} \right)^2 \quad (D.1)$$

Dabei ist

- n die Anzahl der Prüfkörper;
- s die Standardabweichung s_{Fs} der Gleitlast der ersten fünf Prüfkörper (10 Messwerte) als Prozentsatz des Mittelwerts.

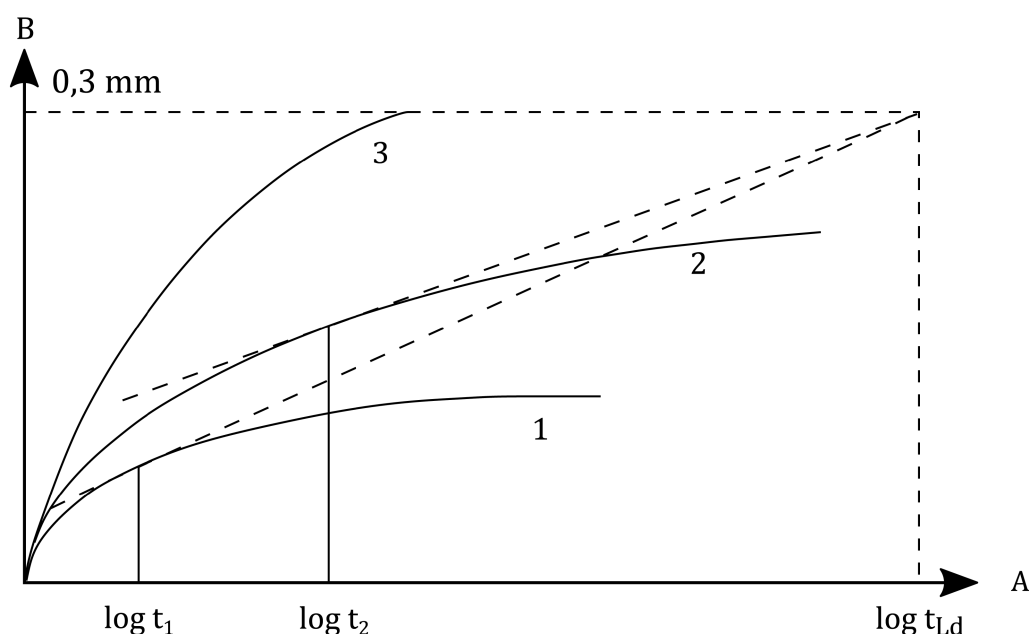
D.5 Erweiterte Kriechprüfung und Auswertung

Falls nach D.4 eine erweiterte Kriechprüfung durchgeführt werden muss, sind mindestens drei Prüfkörper (sechs Verbindungen) zu prüfen.

Eine Last ist in einer Höhe aufzubringen, die so bestimmt wurde, dass mit ihr sowohl das Ergebnis der Kriechprüfung nach D.4 als auch die Ergebnisse vorausgegangener erweiterter Kriechprüfungen berücksichtigt werden.

Hierfür darf auch eine Last angesetzt werden, die der für die konstruktive Anwendung vorgeschlagenen Haftreibungszahl entspricht. Muss die Oberflächenbehandlung zu einer bestimmten Klasse passen, darf eine zu dieser Haftreibungszahl entsprechende Last angesetzt werden.

Eine „Gleitweg-Log-Zeit“-Kurve ist aufzuzeichnen (siehe Bild D.2), um zu zeigen, dass die aus der vorgesehenen Haftreibungszahl bestimmte Last während der Nutzungsdauer des Tragwerks – 50 Jahre, falls nichts anderes vereinbart – nicht zu Gleitverschiebungen führt, die größer als 0,3 mm sind. Die „Gleitweg-Log-Zeit“-Kurve darf linear extrapoliert werden, sobald eine Tangente mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden kann.



Legende

- t_1 Minstdauer von Prüfung 1
- t_2 Minstdauer von Prüfung 2
- t_{Ld} Bemessungslebensdauer
- A Log-Zeit (Jahre)
- B Gleitweg (mm)

Die Belastung (Haftreibungszahl) wurde bei Prüfung 3 zu hoch angesetzt.

Bild D.2 — Anwendung der „Verschiebungs-Log-Zeit“-Kurve bei der erweiterten Kriechprüfung

D.6 Prüfergebnisse

Die einzelnen Haftreibungszahlen werden mittels nachstehender Gleichung bestimmt:

$$\mu_i = \frac{F_{Si}}{4F_{p,C}} \quad (D.2)$$

Der Mittelwert der Gleitlasten F_{Sm} und die zugehörige Standardabweichung s_{Fs} berechnen sich wie folgt:

$$F_{Sm} = \frac{\sum F_{Si}}{n} \quad (D.3)$$

$$s_{Fs} = \sqrt{\frac{\sum (F_{Si} - F_{Sm})^2}{n - 1}} \quad (D.4)$$

Der Mittelwert der Haftreibungszahlen μ_m und die zugehörige Standardabweichung s_μ berechnen sich wie folgt:

$$\mu_m = \frac{\sum \mu_i}{n} \quad (D.5)$$

$$s_\mu = \sqrt{\frac{\sum (\mu_i - \mu_m)^2}{n - 1}} \quad (D.6)$$

Der charakteristische Wert der Haftreibungszahl μ muss als 5 %-Fraktilwert bei einem Vertrauensbereich von 75 % angenommen werden.

Der charakteristische Wert bei 10 Messwerten ($n = 10$), resultierend aus fünf Prüfungen, darf als Mittelwert minus 2,05-fache Standardabweichung angenommen werden.

Falls keine erweiterte Kriechprüfung erforderlich wird, muss der charakteristische Wert als Nennwert für die Haftreibungszahl angesetzt werden.

Bei der erweiterten Kriechprüfung darf als Nennwert für die Haftreibungszahl jener Wert angesetzt werden, mit dem gezeigt werden kann, dass mit ihm die festgelegte Grenze für das Kriechen eingehalten wird (siehe D.5).

Haftreibungszahlen, die mit Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 ermittelt wurden, dürfen auch bei Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 angewendet werden.

Alternativ dürfen getrennte Prüfungen für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 durchgeführt werden. Haftreibungszahlen, die mit Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 ermittelt wurden, dürfen nicht für Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 verwendet werden.

Falls gefordert, muss die Oberflächenbehandlung einer wie nachfolgend definierten Reibwertklasse zugeordnet werden, wobei der nach D.4 oder D.5 ermittelte charakteristische Wert für die Haftreibungszahl μ die maßgebende Größe darstellt:

$\mu \geq 0,50$	Reibwertklasse A;
$0,40 \leq \mu \leq 0,50$	Reibwertklasse B;
$0,30 \leq \mu \leq 0,40$	Reibwertklasse C;
$0,20 \leq \mu \leq 0,30$	Reibwertklasse D.

Anhang E **(informativ)**

Oberflächenbehandlung

E.1 Anodische Oxidation

Falls nicht anders festgelegt, wird für die Oxidschicht eine Mindestdicke von 20 µm gefordert, wenn sie als Korrosionsschutz dienen soll. Bezüglich des Aussehens sollten spezielle Vereinbarungen getroffen werden.

Zur Festlegung von Anforderungen an anodische Oxidschichten in Bezug auf dekorative Eigenschaften und Schutzeigenschaften siehe EN ISO 7599.

ANMERKUNG Qualitätssicherung und -bewertung können in Verbindung mit einem anerkannten Europäischen Gütesiegel geschehen.

E.2 Beschichtungen

E.2.1 Allgemeines

Die zu schützenden Oberflächen sollten mit geeigneten Mitteln, wie Fibrebürsten, Schleifvlies, vorsichtigem Strahlen mit geeignetem Strahlmaterial, gereinigt und danach sorgfältig entfettet werden (z. B. mit organischen Fettlösungsmitteln oder mit wässrigen, rückstandsfreien Reinigungsmitteln). In besonderen Fällen können Bürsten aus nichtrostendem Stahl und kupferfreie Bürsten verwendet werden. Reinigen und Entfetten sind auch mit bewährten chemischen Methoden möglich, z. B. durch Beizen, siehe EN 12487. Korrosionen sollten entfernt werden. Ein Reinigen mit der Flamme ist nicht erlaubt. Schweißstellen sollten metallblank gebürstet werden.

Strahlen darf nur bei Materialdicken über 3 mm verwendet werden. Geeignete Strahlmittel sind z. B. Aluminium, (nicht regeneriertes) Korund, Glas. Nicht geeignet sind Strahlmittel wie Stahl, Eisen oder Kupfer. Bei anderen Strahlmitteln sollte die Eignung für Aluminium nachgewiesen sein, sie sollten z. B. frei von Eisen, Kupfer und Nickel sein.

Wenn Bleche, Profile oder fertige Konstruktionsteile bereits vor dem Zusammenbau vorbehandelt oder grundiert worden sind, sollten alle Stellen, an die fetthaltige Stoffe gelangt sind, vor Auftragen der nächsten Beschichtung nochmals mit geeigneten Mitteln entfettet werden.

Beschichtungen der Gesamtkonstruktion sollten vor oder unmittelbar nach dem Zusammenbau erfolgen.

Falls der Hersteller des Beschichtungsmaterials nicht andere Grenzen zulässt, sollten Beschichtungen nur aufgebracht werden, wenn die Oberflächentemperatur der zu behandelnden Teile über 5 °C liegt, die relative Luftfeuchtigkeit geringer als 85 % und die Oberflächentemperatur mehr als 3 °C über dem Taupunkt sind.

Es sollte sichergestellt sein, dass mit der Verwendung von vorbeschichtetem Material oder mit werkseitig aufgetragener Beschichtung ausreichend Gewähr für den Schutz vorhanden ist, der sowohl für den Zusammenbau als auch für die Umgebungsbedingungen geeignet ist.

Vorsicht ist geboten bei Beschichtungen, die eingebrannt werden. Ofentemperaturen und Einbrennzeiten sollten materialspezifische Grenzen nicht überschreiten, die der Hersteller der Konstruktionsmaterialien anzugeben hat.

Aluminiumprodukte können auch fertig lackiert geliefert werden, wobei Lacke auf Lösungsmittelbasis oder auch trockene Systeme zum Einsatz kommen (Pulverbeschichtung). Die Beschichtung kann sowohl vor,

während oder auch nach der Bearbeitung aufgebracht werden. Nassbeschichtungen werden üblicherweise in Öfen bei erhöhten Temperaturen gehärtet. Pulverbeschichtungen werden immer im Ofen gehärtet. In beiden Fällen haben ofenbehandelte Beschichtungen bessere Eigenschaften in Bezug auf Härte und Haltbarkeit im Vergleich zu luftgetrockneten Beschichtungen. Derartige Oberflächenbehandlungen eignen sich sowohl für Bleche und Bänder (Coils) als auch für Strangpressprofile. Die Beschichtungen können ausreichend duktil sein, um ohne Schädigung geringe Verformungen, wie Abkanten oder Rollformen, zu erlauben. Mit Werksbeschichtungen und werkseitigen Vorbehandlungen erhält man im Allgemeinen einen zufrieden stellenden Oberflächenschutz.

ANMERKUNG 1 Die meisten Werksbeschichtungen werden bei Temperaturen von 180 °C oder etwas darüber kurzzeitig ofenbehandelt, wodurch die mechanischen Eigenschaften üblicherweise nur geringfügig beeinflusst werden. Ein nennenswertes Absinken ist jedoch möglich, hängt aber von der Legierung, dem Zustand und dem Temperaturprofil ab, mit dem der Prozess gefahren wird. Die Überwachung der Temperaturen ist übliche Regel. Sie ist aber besonders wichtig bei dicken Profilen, wo die Gefahr sowohl eines zu kurzen als auch eines zu langen Härtens besteht. Die Ausfertigung eines Ofenprotokolls in Verbindung mit einem geeigneten Überwachungssystem wird empfohlen.

ANMERKUNG 2 Qualitätssicherung und Bewertung können in Verbindung mit einem anerkannten Europäischen Gütesiegel geschehen.

Bezüglich Pulverbeschichtungen siehe EN 12206-1.

Bezüglich Bandbeschichtungen siehe EN 1396.

E.2.2 Vorbehandlung

Auf die gereinigten und entfetteten Flächen sollte — soweit diese nicht schon vorbehandelt sind — unmittelbar nach dem Trocknen ein geeignetes Haftgrundmittel aufgetragen werden.

ANMERKUNG 1 Geeignete Vorbehandlungen können Umwandlungsschichten, Etchprimer oder Washprimer sein, vorausgesetzt, die Metalloberfläche ist sauber und weist keine dicken oder unregelmäßigen Oxidschichten auf.

Bezüglich Chromatieren sollte EN 12487 beachtet werden.

Die Anwendung von chromfreien Konversionsschichten sollte angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Festlegungen, Qualitätssicherung und Bewertung können in Verbindung mit einem anerkannten Europäischen Gütesiegel geschehen.

Unverdichtete Anodisierschichten eignen sich ebenso als Vorbehandlung (ungefähr 5 µm bis 8 µm).

E.2.3 Grundbeschichtung

Die vorbehandelten Flächen sollten mit einer Grundbeschichtung mit inhibierenden Pigmenten versehen werden, die sich sowohl mit dem Aluminium als auch mit den nachfolgenden Deckbeschichtungen vertragen. Blei, Kupfer, Quecksilber oder Zinn, Graphit oder kohlenstoffhaltige Pigmente sind in Grundanstrichen nicht erlaubt.

E.2.4 Deckbeschichtung

Nach ausreichendem Trocknen der Grundbeschichtung sollte je nach Umgebungsbedingungen eine abgestimmte Deckbeschichtung aufgetragen werden. Die Deckbeschichtung sollte weder Blei, Kupfer, Quecksilber oder Zinn, Graphit, Kadmium oder kohlenstoffhaltige Stoffe als Pigmente enthalten (zur Beschichtung der Kontaktflächen von Bauteilen siehe 10.3) und sollte mit der Grundbeschichtung und gegebenenfalls allen Folgebeschichtungen verträglich sein.

E.2.5 Beschichtungen mit Bitumen und bituminösen Kombinationen

Beschichtungsstoffe auf Bitumenbasis sollten neutral sein, z. B. Bitumen.

Die zu beschichtenden Flächen sollten blank sein. Sie sollten nötigenfalls gereinigt und sorgfältig entfettet werden, brauchen aber nicht mit einem Haftgrundmittel vorbehandelt zu werden.

E.2.6 Instandsetzungsbeschichtungen

Vor Instandsetzungsbeschichtungen sollte die Oberfläche von Verschmutzungen gereinigt werden. Schadhafte Teile der vorhandenen Beschichtung sollten entfernt werden, fest haftende Beschichtung kann belassen werden. Anschließend sollte mit Fibrebürsten nachgebürstet werden.

Zwischen der alten Beschichtung und den metallblanken Stellen sollte ein glatter Übergang hergestellt werden. Korrosionsstellen sollten metallblank gereinigt werden. Abлаugen mit metallangreifenden Mitteln, Abbrennen oder mechanisches Entfernen mit schlagähnlich wirkenden Werkzeugen ist nicht erlaubt.

Metallblanke Stellen sollten mit einem Haftgrundmittel behandelt werden, danach sollten Grundbeschichtung und Deckbeschichtung aufgebracht werden.

E.3 Passivierung

Wird eine Passivierung oder sonst eine spezielle Oberflächenbehandlung gefordert, so sollte diese im Einzelnen festgelegt sein. Die Anwendungsleitlinien des jeweiligen Herstellers sollten beachtet werden. Ist die Art der Passivierung nicht vorgeschrieben, sollte mindestens eine Behandlung auf der Basis von Chromsäure erfolgen (bezüglich Chromatieren siehe auch EN 12487) oder falls möglich eine Behandlung auf der Basis von Phosphorsäure (Phosphatierung).

ANMERKUNG Das Chromatieren von Aluminium ohne nachfolgende Beschichtung ist nur ein kurzzeitiger Schutz bzw. ein Schutz in wenig aggressiver Umgebung.

Anhang F (normativ)

Geometrische Toleranzen — Grundlegende Toleranzen

F.1 Herstelltoleranzen

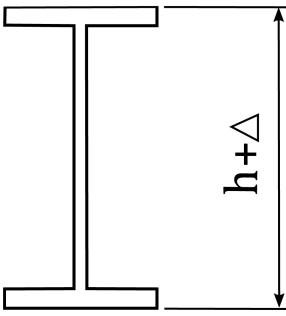
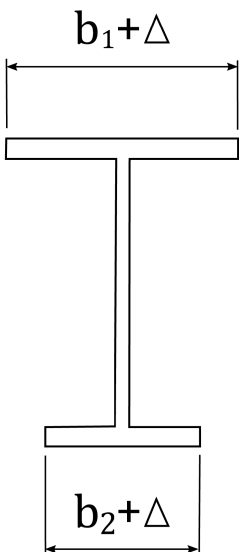
F.1.1 Allgemeines

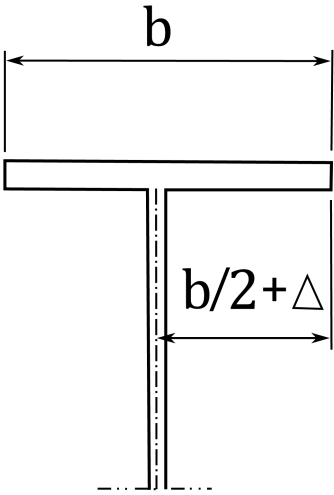
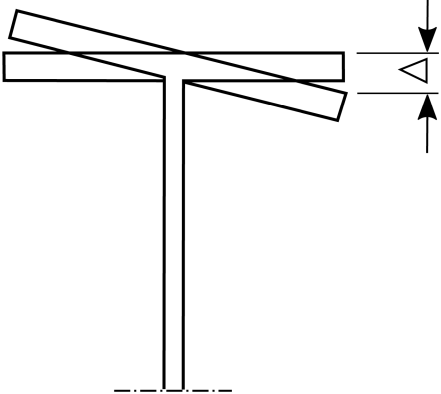
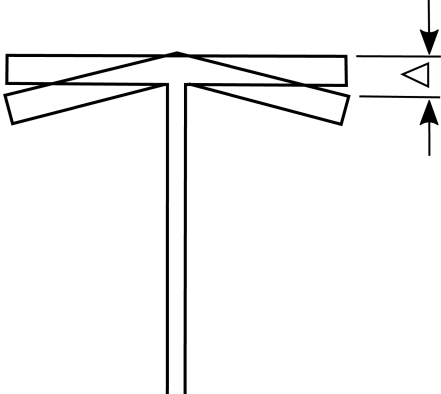
Die in diesem Abschnitt aufgeführten Herstelltoleranzen gelten für Tragwerke und Bauteile jeder Art.

F.1.2 Geschweißte I-Querschnitte

Die Abweichungen von den Nennmaßen bei werksmäßig hergestellten I-Querschnitten dürfen die in Tabelle F.1 festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle F.1 — Zulässige Abweichungen für geschweißte I-Querschnitte

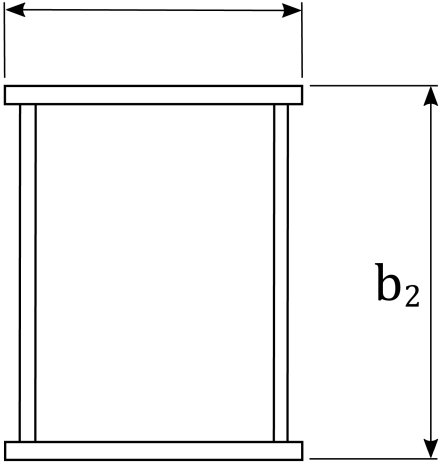
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Höhe: 	Höhe des Querschnitts: $h \leq 900 \text{ mm}$ $900 < h \leq 1\,800 \text{ mm}$ $h > 1\,800 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = +8 \text{ mm} / -5 \text{ mm}$
B	Flanschbreite: 	Breite b_1 oder b_2 : $b < 300 \text{ mm}$ $b \geq 300 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
C		Lage des Stegs:	$\Delta = b/50$ aber nicht weniger als 2 mm
D		Abweichung von der Rechtwinkligkeit:	$\Delta = b/50$ aber nicht weniger als 2 mm
E		Abweichung von der Ebenheit:	$\Delta = b/50$ aber nicht weniger als 2 mm

F.1.3 Geschweißte Kastenquerschnitte

Die Abweichungen von den Nennmaßen bei werksmäßig hergestellten Kastenquerschnitten dürfen die in Tabelle F.2 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

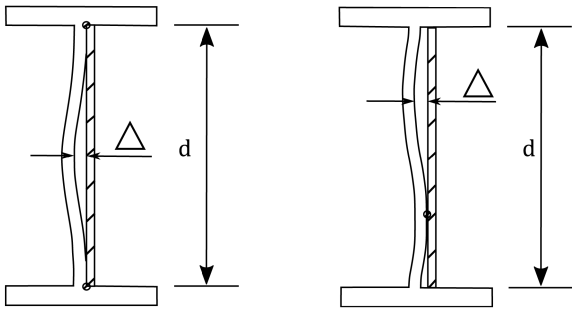
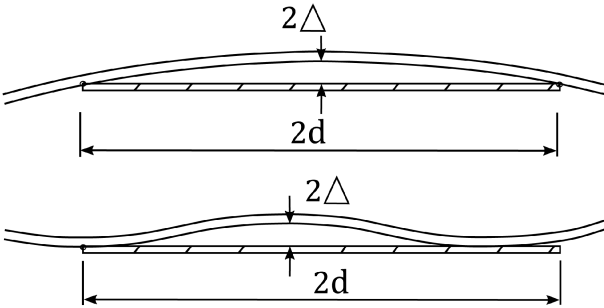
Tabelle F.2 — Zulässige Abweichungen für geschweißte Kastenquerschnitte

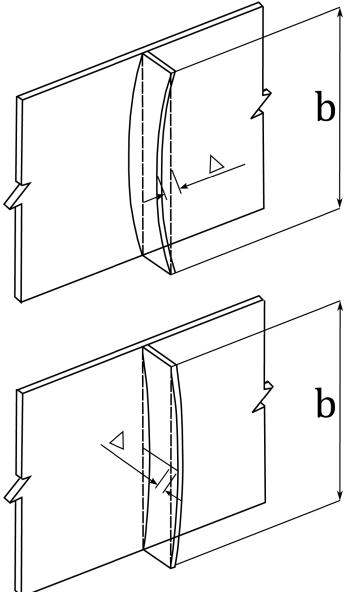
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Profilabmessungen: 	Abweichung Δ in den Breiten einer Einzelplatte: $b_i \leq 300 \text{ mm}$ $b_i > 300 \text{ mm}$ dabei ist $i = 1$ oder 2	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
ANMERKUNG Für die Verformung für Plattensteifen gelten die Werte nach Tabelle F.3, Fall B.			

F.1.4 Trägerstege

Die Verwölbungen von Stegen dürfen die in Tabelle F.3 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten. Diese Grenzwerte gelten auch für die Verwölbung von Flanschblechen.

Tabelle F.3 — Zulässige Abweichungen bei Trägerstegen

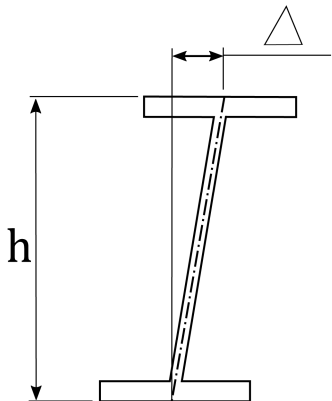
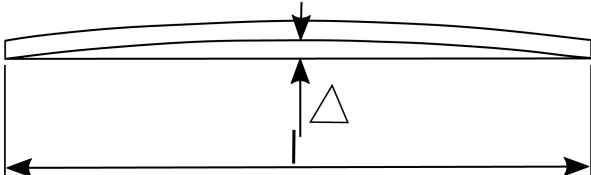
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Stegblechverwölbung: Querschnitt:  Längsansicht: 	Stegblechverwölbung Δ bezogen auf Steghöhe und in Trägerlängsrichtung: $\frac{d}{t} \leq 50$ $50 < \frac{d}{t} < 100$ $\frac{d}{t} \geq 100$ $t = \text{Stegdicke}$	$\Delta = \frac{d}{200}$ $\Delta = \frac{d^2}{1000t}$ $\Delta = \frac{d}{100}$

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
B	Stegsteifen: 	Abweichung Δ von der Geradheit parallel zur Stegblechebene: wenn $b \leq 750$ mm wenn $b > 750$ mm	$\Delta = 3$ mm $\Delta = b/250$
		Abweichung Δ von der Geradheit senkrecht zur Stegblechebene: wenn $b \leq 1\,500$ mm wenn $b > 1\,500$ mm	$\Delta = 3$ mm $\Delta = b/500$

F.1.5 Bauteile

Die Abweichungen bei Bauteilen bezüglich Rechtwinkligkeit dürfen die in Tabelle F.4 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

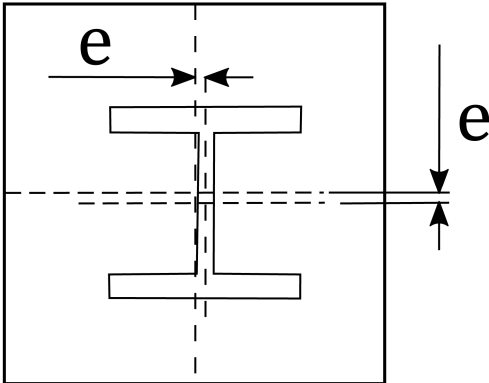
Tabelle F.4 — Zulässige Abweichungen bei Bauteilen

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Rechtwinkligkeit an Auflagern: 	Abweichung des Steges von der Vertikalen am Auflager bei Bauteilen ohne Auflageraussteifungen:	$\Delta = b/300$ aber nicht weniger als 3 mm
B	Geradheit: 	Geradheit über beide Achsen:	$\Delta = l/1\,000$

F.1.6 Fußplatten und Kopfplattenanschlüsse

Die nichtplanmäßige Außermittigkeit von Fußplatten und Kopfplatten für jede Anschlussart darf die in Tabelle F.5 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten. Diese Grenzwerte gelten auch für den Stützenkopf.

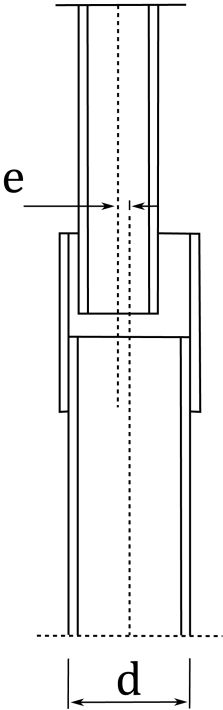
Tabelle F.5 — Zulässige Abweichungen für Fußplatten und Kopfplattenanschlüsse

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Fußplatten und Kopfplattenanschlüsse (gelten auch für den Stützenkopf): 	Unplanmäßige Exzentrizität e :	$e = 5 \text{ mm}$

F.1.7 Stützenstöße

Nichtplanmäßige Außermittigkeiten an Stützenstößen jeder Art dürfen die in Tabelle F.6 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

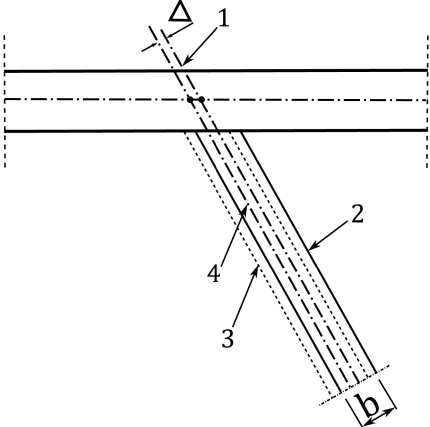
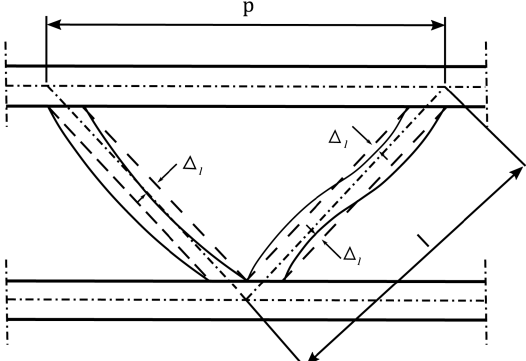
Tabelle F.6 — Zulässige Abweichungen bei Stützenstößen

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Stützenstoß: 	Unplanmäßige Exzentrizität e (bezüglich beider Achsen): d = Breite des breiteren Querschnitts	e = der kleinere Wert von $d/50$ und 5 mm, aber nicht weniger als 2 mm

F.1.8 Fachwerkbauteile

Die Abweichungen bei werksmäßig hergestellten Fachwerkbauteilen dürfen die in Tabelle F.7 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle F.7 — Zulässige Abweichungen bei werksmäßig hergestellten Fachwerkbauteilen

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Anschlussaußermittigkeit:  1 Istposition der Schwerlinie 2 Istposition des Querschnitts 3 Sollposition des Querschnitts 4 Sollposition der Schwerlinie	Anschlussaußermittigkeit: — Außermittigkeit am Anschlusspunkt^a <i>b</i> ist die Nennbreite der Strebe in mm	$\Delta = b/20 + 5 \text{ mm}$
B	Fachwerkstreben nach dem Schweißen:  ANMERKUNG Für die Geradheit von Ober- und Untergurt gilt Tabelle F.4, Fall B.	Abweichungen der Einzelabstände <i>p</i>, (Abstand der Schnittpunkte der Schwerlinien von Strebe und Gurt): Kumulierte Abweichung $\Sigma \Delta_p$ der Lage des Fachwerkknotens Geradheit von Streben, Abweichung der Schwerlinie von der Geraden:	$\Delta_p = \pm 5$ $\Sigma \Delta_p = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta_l = l/1\,000$

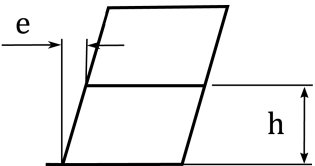
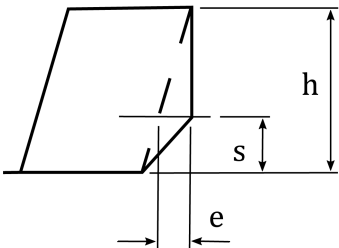
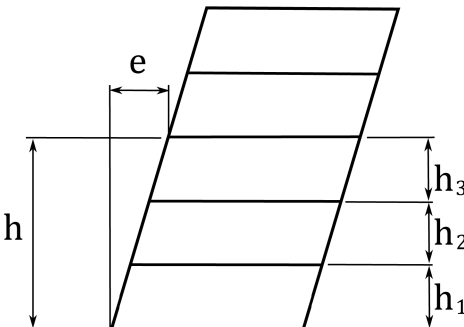
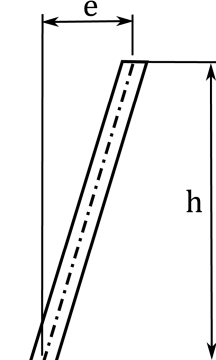
^a Die Abweichung bezieht sich auf die im Plan festgelegte Solllage.

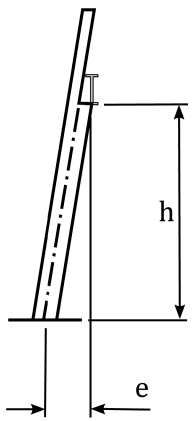
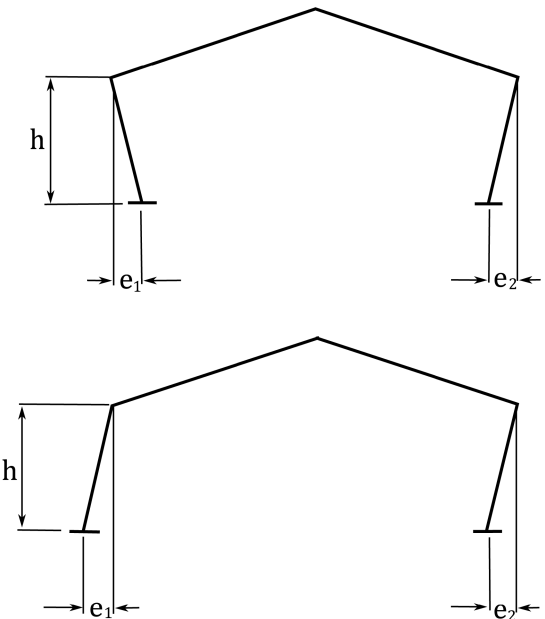
F.2 Montagetoleranzen

F.2.1 Stützen

Die Abweichungen bei Stützen/vertikalen Bauteilen dürfen die in Tabelle F.8 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle F.8 — Zulässige Abweichungen bei Stützen

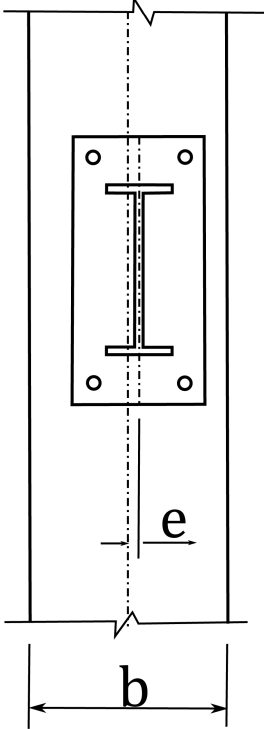
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A		Neigungsmaß einer Stütze zwischen direkt übereinander liegenden Geschossebenen bei Mehrgeschossbauten:	$e = \pm h/500$
B		Lage des Stützenstoßes bezogen auf die Verbindungsgerade der Anschlusspunkte der direkt übereinander liegenden Geschossebenen bei Mehrgeschossbauten:	$e = \pm s/500$ $s \leq h/2$
C		Lage des Stützenkopfs in einer Geschossebene in Bezug auf die Vertikale durch den untersten Stützenfußpunkt bei Mehrgeschossbauten: n ist die Anzahl der Stockwerke	$e = \frac{\sum h_i}{300 \times \sqrt{n}}$
D		Neigungsmaß einer Stütze bei eingeschossigen Gebäuden: Stützen, die Kranbahnlasten aufzunehmen haben, siehe Fall E.	$e = \pm h/300$

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
E		Neigungsmaß einer Stütze, die Kranbahnlasten aufzunehmen hat, sowie der Stützen von Portalrahmen: $h < 5 \text{ m}$ $5 \text{ m} \leq h \leq 25 \text{ m}$ $h > 25 \text{ m}$	$e = \pm 5 \text{ mm}$ $e = \pm h/1\,000$ $e = \pm 25 \text{ mm}$
F		Neigungsmaß von Stützen von Portalrahmen ohne Beanspruchung durch Kranbahnlasten: — Neigungsmaß eines einzelnen Stiels — Sind beide Rahmenstiele in die gleiche Richtung geneigt, gilt für deren mittleres Neigungsmaß	$e_i = \pm h/100$ $(e_1 + e_2)/2 = \pm h/500$

F.2.2 Träger

Die nichtplanmäßige Außermittigkeit bei Anschlüssen von Trägern an Stützen darf die in Tabelle F.9 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

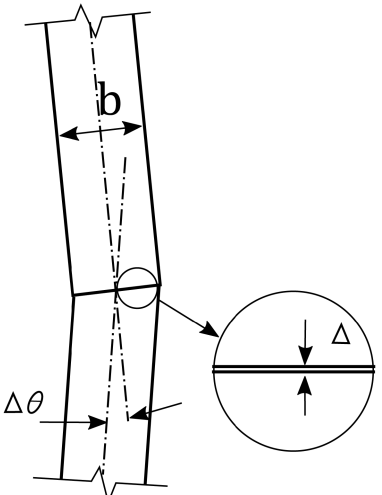
Tabelle F.9 — Zulässige Abweichungen bei Anschlüssen von Trägern an Stützen

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	 The diagram illustrates a beam-to-column connection. A vertical dashed line represents the centerline of the column. A horizontal beam is shown with its web centered on this line. The beam is connected to the column via a gusset plate with four bolts. The eccentricity 'e' is the distance from the centerline to the center of the bolt group. The width 'b' is the total width of the column flanges.	Lage der Riegel-Stützen-Verbindung in Bezug auf die festgelegte Position:	$e =$ der kleinere Wert von $b/50$ und 5 mm, aber nicht weniger als 2 mm

F.2.3 Kontaktstöße

Ist festgelegt, dass bei Schraubstößen die Kräfte voll über Kontaktflächen übertragen werden sollen, muss die Passgenauigkeit der Kontaktflächen im montierten Zustand nach dem Ausrichten und Verschrauben den Anforderungen von Tabelle F.10 entsprechen.

Tabelle F.10 — Zulässige Abweichungen bei Kontaktstößen

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	 $\Delta\theta$ muss Tabelle F.8, Fall B entsprechen, bevor der Spalt ausgemessen wird.	Luftspalt	$\Delta \leq 1,0 \text{ mm}$ über mindestens 2/3 der Kontaktfläche max. $\Delta \leq 2,0 \text{ mm}$ örtlich

Anhang G
(normativ)

Geometrische Toleranzen — Ergänzende Toleranzen

G.1 Allgemeines

In diesem Anhang werden für übliche Bauteile und konstruktive Gegebenheiten die wichtigen geometrischen Abweichungen und die dabei zulässigen Werte für ergänzende Toleranzen festgelegt.

Geometrische Abweichungen, welche für die Standfestigkeit von Aluminiumtragwerken wichtig sind, werden in Anhang F behandelt.

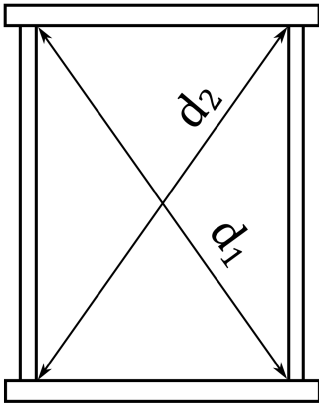
Die zulässigen Werte gelten für die Endabnahme des Tragwerks.

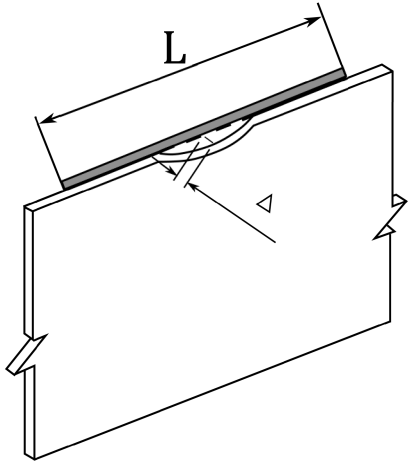
G.2 Herstelltoleranzen

G.2.1 Kastenquerschnitte

Die Abweichungen werksmäßig hergestellter Kastenquerschnitte bezüglich Verwölbung von Platten und Geradheit von Aussteifungen dürfen die in Tabelle G.1 aufgeführten Werte nicht überschreiten.

Tabelle G.1 — Zulässige Abweichungen für Kastenquerschnitte

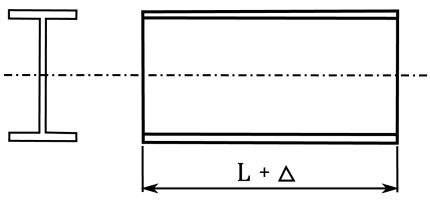
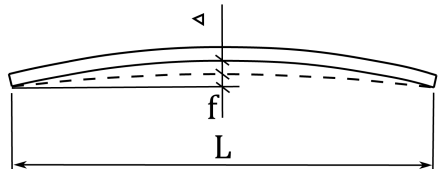
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Rechtwinkligkeit: (am Aussteifungsschott gemessen) 	Unterschied zwischen den nominal gleichen Diagonalenlängen: $\Delta = (d_1 - d_2)$	$ \Delta $ = der größere Wert von: $(d_1 + d_2)/400$ und 5 mm

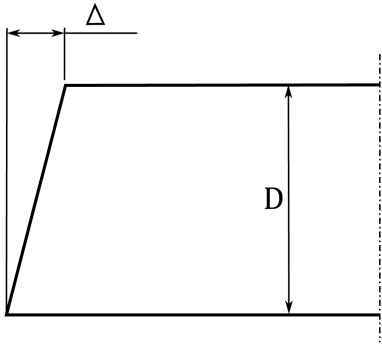
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
B	Plattenverwölbung:  Messstrecke L = Höhe des Stegblechs b	Verwölbung Δ bezogen auf die Plattenbreite bzw. die festgelegte Messstrecke:	$ \Delta = \text{der größere Wert von:}$ $b/150$ und 4 mm

G.2.2 Bauteile

Bei Bauteilen dürfen die Abweichungen von den Nennmaßen bei Längen, Geradheit, Überhöhung und Rechtwinkligkeit die Grenzen von Tabelle G.2 nicht überschreiten.

Tabelle G.2 — Zulässige Abweichungen bei Bauteilen

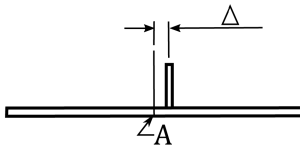
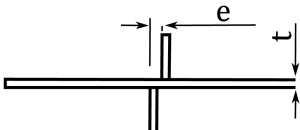
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Länge: 	Länge der Mittellinie bzw. der Eckkante bei Winkeln bei gegebener Temperatur: — geschnittene Längen — Bauteile mit beidseitig für Kontaktstoß bearbeiteten Enden; ggf. einschließlich Endplatten	$\Delta = \pm(2 \text{ mm} + L/5\ 000)^a$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
B	Überhöhung: 	Überhöhung f in Trägermitte; gemessen am auf der Seite liegenden Träger (Stegblech horizontal):	$ \Delta = L / 1\ 000$

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
C	Rechtwinkligkeit der Enden:  Die Werte gelten auch für geneigte Endflächen.	Rechtwinkligkeit bezüglich Längsachse: — nicht als Kontaktstoß bearbeitet — als Kontaktstoß bearbeitet <i>D</i> ist die Profilhöhe/Breite in mm.	$\Delta = \pm D/300$ $\Delta = \pm D/1\,000$
^a Länge <i>L</i> , gemessen in mm.			

G.2.3 Steifen

Die Abweichungen bezüglich der Position von Steifen dürfen die in Tabelle G.3 aufgeführten Werte nicht überschreiten.

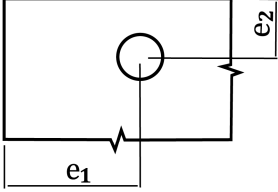
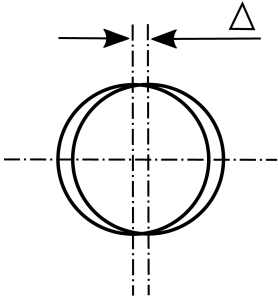
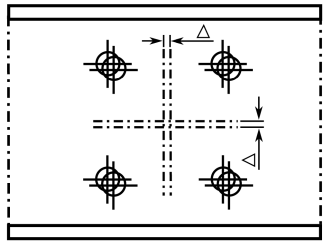
Tabelle G.3 — Zulässige Abweichungen bei Steifen

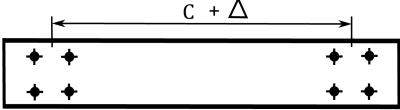
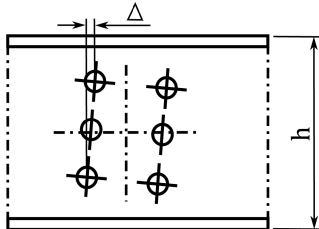
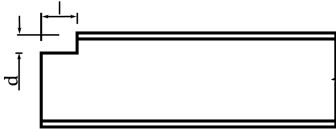
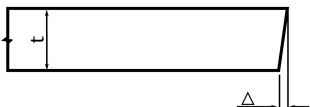
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Ort der Steifen:  A = Sollposition 	Abweichung Δ von der vorgesehenen Position: Positionsunterschied <i>e</i> bei beidseitig angeordneten Steifen:	$\Delta = \pm 5\text{ mm}$ $e = t/2$ aber nicht weniger als 3 mm

G.2.4 Schraub- und Nietlöcher, Ausklinkungen und Enden

Die Abweichungen bezüglich der Position von Löchern für Verbindungsmittel, der Maße von Ausklinkungen und der Rechtwinkligkeit von Enden dürfen die in Tabelle G.4 angegebenen Grenzen nicht überschreiten.

Tabelle G.4 — Zulässige Abweichungen bei Löchern, Ausklinkungen und Enden

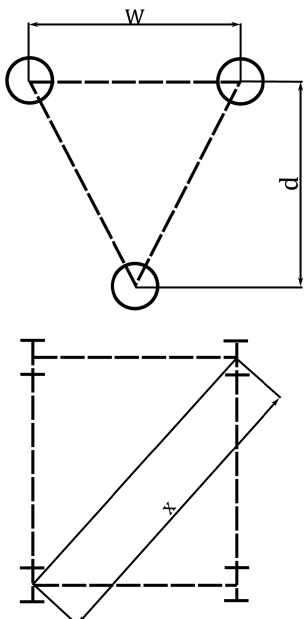
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Position von Löchern für Verbindungsmittel: 	Abweichung Δ der Mittellinie eines einzelnen Loches von dessen vorgesehener Position in Bezug auf freie Enden (e_1) und freie Kanten (e_2):	$\Delta = +2 \text{ mm} / -0 \text{ mm}$
B	Position von Löchern für Verbindungsmittel: 	Abweichung Δ der Mittellinie eines einzelnen Loches von dessen vorgesehener Position innerhalb einer Gruppe von Löchern: — für normale Löcher: — für Verbindungsmittel in Löchern mit festgelegtem Lochspiel:	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
C	Position der Lochgruppe: 	Abweichung Δ einer Lochgruppe von ihrer vorgesehenen Position: — für normale Löcher: — für Verbindungsmittel in Löchern mit festgelegtem Lochspiel:	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
D	Abstände von Lochgruppen: 	Abweichung Δ des Abstandes c zwischen den Mittelpunkten von Lochgruppen — allgemeiner Fall: — wenn ein einzelnes Bauteil mit zwei Gruppen von Verbindungsmitteln angeschlossen ist: - für normale Löcher: - für Verbindungsmittel in Löchern mit festgelegtem Lochspiel:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
E	Verdrehung einer Lochgruppe: 	Verdrehung Δ: — für normale Löcher: — für Verbindungsmittel in Löchern mit festgelegtem Lochspiel: - wenn $h \leq 1\,000 \text{ mm}$ - wenn $h > 1\,000 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
F	Ausklinkungen: 	Abweichung Δ der Hauptabmessungen: — Maß d — Maß l	$\Delta = +2 \text{ mm} / -0 \text{ mm}$ $\Delta = +2 \text{ mm} / -0 \text{ mm}$
G	Enden: 	Abweichung Δ einer Schnittkante von 90°: t Dicke in mm	$\Delta = \pm 0,1 t$, maximal 3 mm

G.2.5 Fachwerkbauteile

Die Abweichungen bei werksmäßig hergestellten Fachwerkbauteilen dürfen die in Tabelle G.5 angegebenen Grenzen nicht überschreiten.

Tabelle G.5 — Zulässige Abweichungen bei werksmäßig hergestellten Fachwerkbauteilen

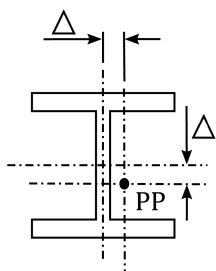
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Hauptquerschnittsmaße des Fachwerks: 	Abweichung der Abstände d, w und x, wenn: $s \leq 300 \text{ mm}$ $300 \text{ mm} < s < 1\,000 \text{ mm}$ $s \geq 1\,000 \text{ mm}$ Dabei ist, je nach Bezugsgröße, $s = d, w$ oder x. d steht für Höhe w steht für Breite x steht für Diagonale	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$

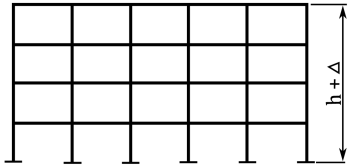
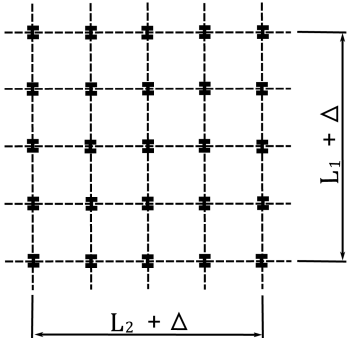
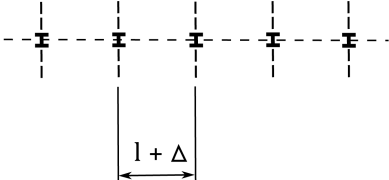
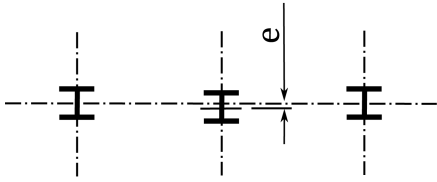
G.3 Montagetoleranzen

G.3.1 Stützen

Die Abweichungen bei Stützen bzw. vertikalen Bauteilen dürfen die in Tabelle G.6 angegebenen Grenzen nicht überschreiten.

Tabelle G.6 — Zulässige Abweichungen bei Stützen

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A		Lage des Mittelpunkts einer Aluminiumstütze im Grundriss in Bezug auf seinen Positionspunkt (PP)	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
B		Höhe über alle Stützen bezogen auf Basishöhe $h \leq 20 \text{ m}$ $20 \text{ m} < h < 100 \text{ m}$ $h \geq 100 \text{ m}$	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,25(h + 20) \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,1(h + 200) \text{ mm}$ h in Meter
C		Abstand zwischen den Endstützen jeder Reihe, gemessen in Basishöhe: $L \leq 30 \text{ m}$ $30 \text{ m} < L < 250 \text{ m}$ $L \geq 250 \text{ m}$	$\Delta = \pm 20 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,25(L + 50) \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,1(L + 500) \text{ mm}$ L in Meter
D		Abstand zwischen Nachbarstützen:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$
E		Lage der Stütze an der Basis bzw. in Stockwerkshöhe in Bezug auf die Verbindungslinie der beiden Nachbarstützen:	$e = \pm 10 \text{ mm}$

G.3.2 Träger, Sparren und Fachwerkbinder

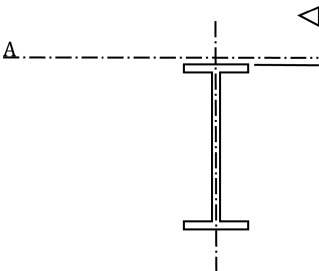
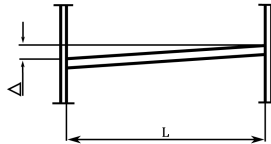
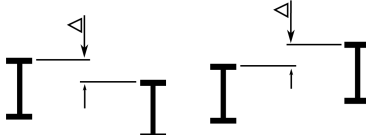
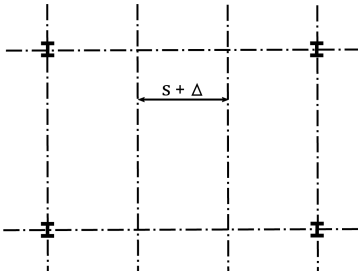
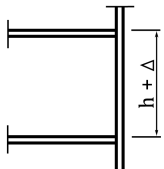
Die Höhenlage von Trägern wird relativ zur tatsächlichen Geschoßebene gemessen. Deren Höhe ist eine vermittelte Höhe, mit der am besten das festgelegte Höhenmaß an die unterschiedlichen Stützhöhen (Toleranzen) angepasst wird.

Die erlaubte Abweichung für die Überhöhung, gemessen in Trägermitte eines eingebauten Trägers, beträgt Spannweite/500 bezogen auf die Auflagerpunkte.

Die erlaubte Abweichung für die Überhöhung eines eingebauten Fachwerkträgers mit über 20 m Spannweite und montiert auf der Baustelle beträgt Spannweite/300 bezogen auf die Auflagerpunkte.

Die erlaubte Abweichung für die Überhöhung eines Kragträgerendes beträgt Länge/300 bezogen auf den Einspannpunkt.

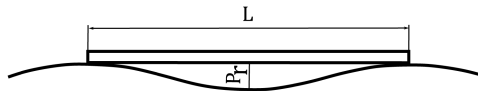
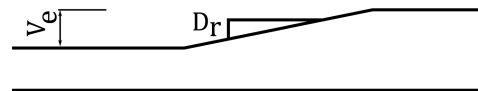
Tabelle G.7 — Zulässige Abweichungen bei Trägern

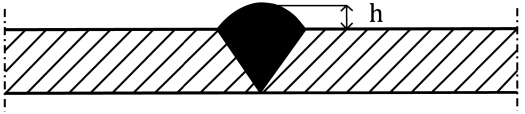
Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	 A = tatsächliche Geschossebene	Höhe eines Trägers an der Verbindungsstelle zur Stütze relativ zur tatsächlichen Geschossebene:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$
B		Höhe der Oberkanten der entgegengesetzten Trägerenden:	$\Delta = \text{der kleinere Wert von } L/500 \text{ und } 10 \text{ mm}$
C		Höhe der Oberkanten benachbarter Träger am gleichgerichteten Ende:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$
D		Abstand benachbarter Träger am gleichgerichteten Ende:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$
E		Höhe zum nächstgelegenen Geschoss:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$

G.4 Brücken

Die folgenden Anforderungen an die zulässigen Abweichungen für Brücken gelten zusätzlich zu den in den Anhängen F und G angegebenen Toleranzen.

Tabelle G.8 — Zulässige Abweichungen speziell bei Brücken

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
A	Spannweite	Abweichung, Δ , des Abstands, L , zwischen zwei benachbarten Auflagern, gemessen auf der Oberseite des Obergurts: Der Abstand zwischen den Auflagern darf auch direkt gemessen werden, wenn dies für das Messen vorteilhafter ist.	$\Delta = \pm 3 L / 1\,000$
B	Brücke im Aufriss und im Grundriss	Abweichung, Δ , von der an die Isthöhe des Brückenlagers angepassten Sollhöhe: $L \leq 20$ m: $L > 20$ m:	$\Delta = \pm L / 1\,000$ $\Delta = \pm L / 2\,000 + 10$ mm, aber nicht mehr als ± 35 mm
C	Oberflächengenauigkeit orthotroper Fahrbahnplatten mit der Blechdicke/Profilhöhe, T, nach der Montage:  L: Messlänge P_r: Abweichung  V_e: Höhendifferenz D_r: Neigung	Ebenheit in alle Richtungen: $T \leq 10$ mm: $T > 70$ mm: — allgemein: — in Längsrichtung: Werte für P_r dürfen für $10 \text{ mm} < T \leq 70 \text{ mm}$ interpoliert werden. Höhendifferenz bei Stößen (Stufen): $T \leq 10$ mm: $10 \text{ mm} < T \leq 70 \text{ mm}$: $T > 70$ mm: Neigung bei Stößen: $T \leq 10$ mm: $10 \text{ mm} < T \leq 70 \text{ mm}$: $T > 70$ mm:	$P_r = 3$ mm auf 1 m $P_r = 4$ mm auf 3 m $P_r = 5$ mm auf 5 m $P_r = 5$ mm auf 3 m $P_r = 18$ mm auf 3 m $V_e = 2$ mm $V_e = 5$ mm $V_e = 8$ mm $D_r = 8$ % $D_r = 9$ % $D_r = 10$ %

Fall	Merkmal	Bezugsgröße	zulässige Abweichung
D	Schweißungen an orthotropen Fahrbahnplatten: 	Nahtüberhöhung, h , über die umgebende Oberfläche:	$h = +1 \text{ mm} / -0 \text{ mm}$

Anhang H (normativ)

Geometrische Abweichungen — Schalenträgerwerke

H.1 Allgemeines

Die Bewertung der geometrischen Imperfektionen muss durch repräsentative Probeüberprüfungen (Musternachweise) erfolgen, die an der unbelasteten Konstruktion (nur durch die Eigenmasse belastet) und nach Möglichkeit mit den beim Einsatz vorhandenen Randbedingungen durchgeführt werden.

Wenn die gemessenen geometrischen Imperfektionen die in diesem Anhang angegebenen geometrischen Toleranzwerte nicht erfüllen, ist die Anwendung von Korrekturmaßnahmen, z. B. Richten, in jedem einzelnen Fall zu prüfen und zu entscheiden.

H.2 Toleranzparameter für die Rundheitsabweichung

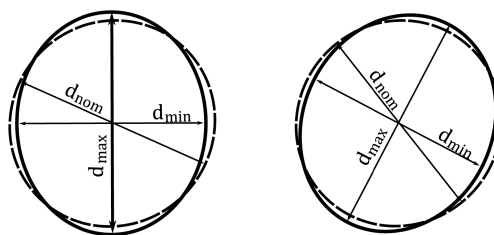
Bei kreisförmigen, geschlossenen Schalen muss die Rundheitsabweichung durch den Parameter U_r beurteilt werden (siehe Bild H.1), der nach folgender Gleichung zu bestimmen ist:

$$U_r = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{d_{\text{nom}}}$$

Dabei ist

- $d_{\max}$ der größte gemessene Innendurchmesser;
- $d_{\min}$ der kleinste gemessene Innendurchmesser;
- d_{nom} der Nenn-Innendurchmesser.

Der an einem bestimmten Punkt gemessene Innendurchmesser ist als der größte Abstand anzunehmen, der zwischen diesem Punkt und einem anderen Punkt auf der gleichen axialen Koordinate auf der anderen Seite der Schale existiert. Zur Bestimmung der größten und kleinsten Durchmesserwerte muss eine geeignete Anzahl von Durchmessern gemessen werden.



a) abgeflachte Form

b) unsymmetrische Form

Bild H.1 — Messung der Durchmesser zur Bewertung der Rundheitsabweichung

Der Parameter für die Rundheitsabweichung U_r muss die folgende Bedingung erfüllen:

$$U_r \leq U_{r,\max}$$

Dabei ist

$U_{r,\max}$ der Toleranzparameter für die Rundheitsabweichung für die jeweils zutreffende Toleranzklasse.

Werte für den Toleranzparameter für die Rundheitsabweichung $U_{r,\max}$ werden in Tabelle H.1 angegeben.

Tabelle H.1 — Werte für den Toleranzparameter für die Rundheitsabweichung $U_{r,\max}$

Toleranzklasse	Durchmesserbereich		
	$d \leq 0,5 \text{ m}$	$0,5 \text{ m} < d < 1,25 \text{ m}$	$d \geq 1,25 \text{ m}$
Klasse 1	0,030	$0,015 + 0,020 \cdot (1,25 - d)$	0,015
Klasse 2	0,020	$0,010 + 0,013 \cdot (1,25 - d)$	0,010
Klasse 3	0,014	$0,007 + 0,009 \cdot (1,25 - d)$	0,007
Klasse 4	0,010	$0,005 + 0,006 \cdot (1,25 - d)$	0,005

H.3 Durch die Ausführung erzeugte unplanmäßige Exzentrizität

An den Verbindungen in den Schalenwänden rechtwinklig zu den Membran-Druckkräften muss die unplanmäßige Exzentrizität aus der messbaren Gesamtexzentrizität e_{tot} und dem planmäßigen Absatz e_{int} nach folgender Gleichung bestimmt werden:

$$e_a = e_{\text{tot}} - e_{\text{int}}$$

Dabei ist

e_a die durch die Ausführung bedingte unplanmäßige Exzentrizität zwischen den Mittelflächen der verbundenen Platten, siehe Bild H.2 a);

e_{tot} die Exzentrizität zwischen den Mittelflächen der verbundenen Platten, siehe Bild H.2 c);

e_{int} der planmäßige Absatz zwischen den Mittelflächen der verbundenen Platten, siehe Bild H.2 b).

Die durch die Ausführung bedingte unplanmäßige Exzentrizität e_a muss der größten zulässigen unplanmäßigen Exzentrizität für die zutreffende Toleranzklasse entsprechen.

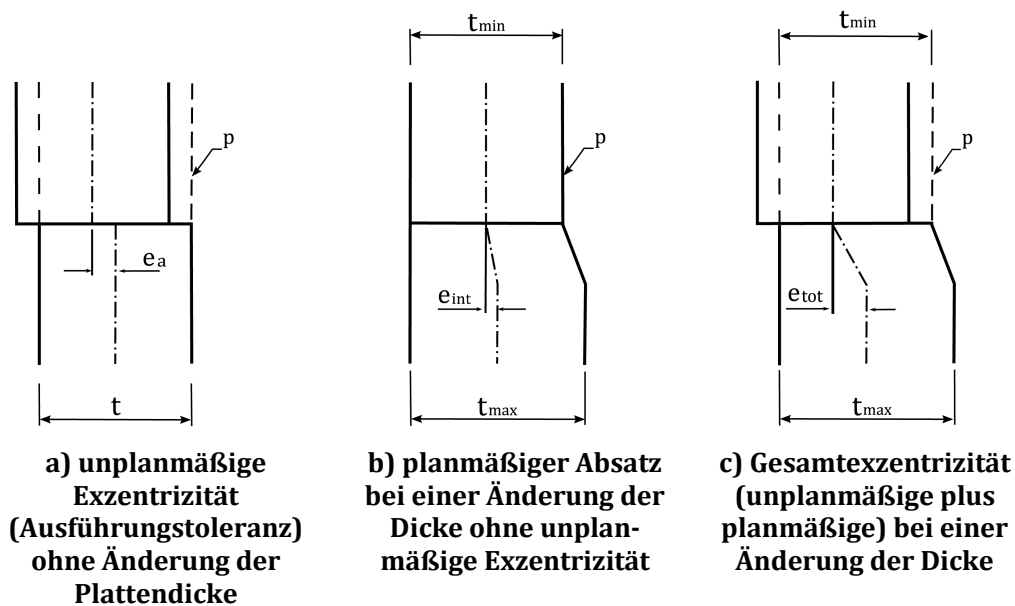
Werte für die größte, durch die Ausführung bedingte Exzentrizität werden in Tabelle H.2 angegeben.

Die unplanmäßige Exzentrizität e_a muss auch mit Hilfe des Parameters für die unplanmäßige Exzentrizität U_e bewertet werden, der nach folgender Gleichung errechnet wird:

$$U_e = \frac{e_a}{t_{\text{ave}}}$$

Dabei ist

t_{ave} die mittlere Dicke der Platten an der Verbindung.



Legende
p perfekte Verbindungsgeometrie

Bild H.2 — Unplanmäßige Exzentrizität und planmäßiger Absatz an einer Verbindung

Der Parameter für die unplanmäßige Exzentrizität U_e muss die folgende Bedingung erfüllen:

$$U_e \leq U_{e,max}$$

Dabei ist

$U_{e,max}$ der unplanmäßige Exzentrizitätsparameter für die jeweils zutreffende Toleranzklasse.

Werte für den maximal zulässigen unplanmäßigen Exzentrizitätsparameter $U_{e,max}$ werden in Tabelle H.2 angegeben.

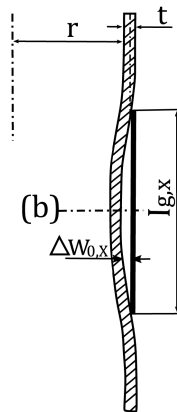
Tabelle H.2 — Werte für die maximal zulässigen unplanmäßigen Exzentrizitäten

Toleranzklasse	$U_{e,max}$	e_a
Klasse 1	0,30	$e_a \leq 4 \text{ mm}$
Klasse 2	0,20	$e_a \leq 3 \text{ mm}$
Klasse 3	0,14	$e_a \leq 2 \text{ mm}$
Klasse 4	0,10	$e_a \leq 1 \text{ mm}$

ANMERKUNG Planmäßige Absätze in Schalen mit abgestufter Wanddicke und überlappten Verbindungen werden in EN 1999-1-5 behandelt. Sie werden nicht als geometrische Imperfektionen behandelt.

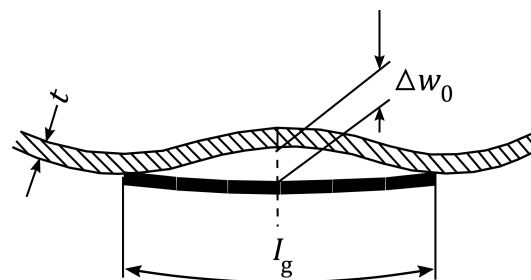
H.4 Toleranzen für Beulen/Vorbeulen

In allen Positionen (siehe Bild H.3), sowohl in Meridian- als auch in Umfangsrichtung, muss eine Beulenmesslehre angewendet werden. Die Messlehre für Beulen in Meridianrichtung muss gerade sein, während die Lehre für Messungen in Umfangsrichtung eine Krümmung aufweisen muss, die dem Nennradius r der Mittelfläche der Schale entspricht. Bei Kugelschalen ist die Lehre für die Umfangsmessung anzuwenden.



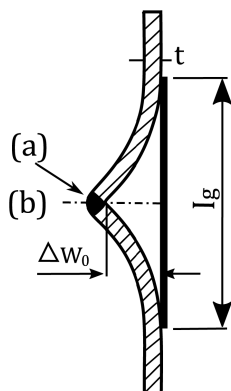
$l_g = l_{g,x}$ und $\Delta w_0 = \Delta w_{0,x}$ für axialen Druck

a) Messung in Meridianrichtung



$l_g = l_{g,\theta}$ und $\Delta w_0 = \Delta w_{0,\theta}$ für Druck in Umfangsrichtung oder für Schub

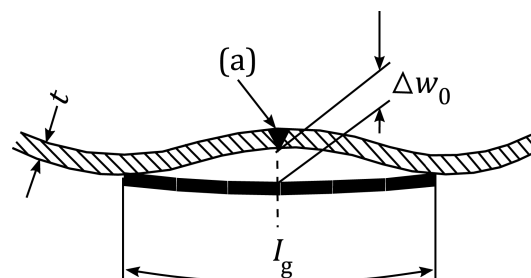
b) Messung auf einem Kreis in Umfangsrichtung



$l_g = l_{g,x}$ oder $l_{g,w}$

$\Delta w_0 = \Delta w_{0,x}$ oder $\Delta w_{0,w}$

c) Messung über eine Schweißnaht mit einem Spezialmessgerät



$l_g = l_{g,x}$ oder $l_{g,\theta}$ oder $l_{g,w}$

$\Delta w_0 = \Delta w_{0,x}$ oder $\Delta w_{0,\theta}$ oder $\Delta w_{0,w}$

d) Messung auf einem Kreis in Umfangsrichtung über eine Schweißnaht

Legende

- (a) Schweißnaht (w)
- (b) einwärts gebogene Beule (x)

Bild H.3 — Messung der Vorbeulentiefen Δw_0

Die Vorbeultiefe Δw_0 in der Schalenwand ist nach Tabelle H.3 mit Geräten mit der Länge l_g zu bestimmen.

Tabelle H.3 — Messlänge

Beanspruchungsart	Richtung	Messlänge
axialer Druck	in Meridian- und Umfangsrichtung und über die Schweißnähte	$l_{g,x} = 4\sqrt{rt}$
Druck in Umfangsrichtung oder Schub	in Umfangsrichtung	$l_{g,\theta} = 2,3(l^2rt)^{0,25}$ aber $l_{g,\theta} \leq r$ wobei l die axiale Länge des Schalenabschnitts ist
alle Druckspannungen	über die Schweißnähte, sowohl in Meridian- als auch in Umfangsrichtung	$l_{g,w} = 25t$ oder $l_{g,w} = 25t_{\min}$, jedoch mit $l_{g,w} \leq 500$ mm wobei $t_{\min}$ die Dicke des dünnsten Blechs an der Schweißnaht ist

Die Bestimmung der Vorbeulentiefe hat mit Hilfe der Beulenparameter $U_{0,x}$, $U_{0,\theta}$ und $U_{0,w}$ zu erfolgen, die nach folgenden Gleichungen zu errechnen sind:

$$U_{0,x} = \Delta w_{0,x} / l_{g,x} \quad U_{0,\theta} = \Delta w_{0,\theta} / l_{g,\theta} \quad U_{0,w} = \Delta w_{0,w} / l_{g,w}$$

Der jeweilige Wert für die Beulenparameter $U_{0,x}$, $U_{0,\theta}$ und $U_{0,w}$ muss die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$U_{0,x} \leq U_{0,\max} \quad U_{0,\theta} \leq U_{0,\max} \quad U_{0,w} \leq U_{0,\max}$$

Dabei ist

$U_{0,\max}$ der Beulentoleranzparameter für die jeweils ausgewählte Toleranzklasse.

Die Werte für den maximal zulässigen unplanmäßigen Exzentrizitätsparameter $U_{0,\max}$ sind in Tabelle H.4 angegeben.

Tabelle H.4 — Werte für den Beulentoleranzparameter $U_{0,\max}$

Toleranzklasse	Wert von $U_{0,\max}$ bei Randbedingungen (BC) ^a	
	BC1r, BC2r	BC1f, BC2f
Klasse 1	0,016	
Klasse 2	0,010	
Klasse 3	0,006	
Klasse 4	$\frac{1}{f_0} \left\{ 2,25 \sqrt{\frac{t}{r}} + 0,01 \sqrt{\frac{r}{t}} \right\}$ (f_0 in N/mm ²)	$\frac{1}{f_0} \left\{ 5 \sqrt{\frac{t}{r}} + 0,02 \sqrt{\frac{r}{t}} \right\}$ (f_0 in N/mm ²)
^a Grenzbedingungen sind in EN 1999-1-5 angegeben.		

H.5 Ebenheitstoleranz der Grenzflächen

Wenn eine Schale durch eine andere Konstruktion kontinuierlich abgestützt wird (z.B. durch ein Fundament), muss ihre Ebenheitsabweichung an den Berührungsflächen eine örtliche Neigung in Umfangsrichtung von weniger als β_θ haben.

Der Wert für β_θ ist $\beta_\theta = 0,1 \text{ ‰} = 0,001 \text{ Radiant}$.

Anhang I (informativ)

Anforderungen an Schweißnähte — Art der Darstellung auf Schweißplänen

I.1 Allgemeines

Dieser Anhang gibt Hilfestellung dazu, wie die in 12.4.3, 12.4.4.1 und 12.4.4.2 vorgegebenen Anforderungen an Schweißungen und Prüfumfang festgelegt werden können. Derartige Angaben erfolgen üblicherweise auf Zeichnungen.

Die Zeichnungen sollten je nach Sachlage folgende Informationen enthalten:

- die Ausführungsklasse mit den Bezeichnungen EXC1, EXC2, EXC3 oder EXC4;
- die Beanspruchungskategorie mit den Bezeichnungen SC1 (vorwiegend statisch) oder SC2 (Ermüdung);
- Schweißprozess;
- Der Umfang an Prüfungen sollte in Prozent angegeben werden, wobei folgende Werte gewählt werden dürfen: 5, 10, 20, 50 oder 100;
- die Bewertungsgruppe, die nach Anhang K mit D, C oder B angegeben werden sollte;
- für Fälle, wo für die Bewertungsgruppen D, C und B nach Anhang K, Tabelle 11, Tabelle 12 und Tabelle 13 zusätzliche Qualitätsanforderungen bestehen, diese zusätzlichen Anforderungen, die dann mit D+, C+ oder B+ bezeichnet werden sollten;
- für Fälle, in denen nach EN 1999-1-3 ergänzende Anforderungen bestehen (siehe auch Tabelle K.4), diese ergänzenden Anforderungen, die dann im Einzelnen aufgeführt sein sollten.

Eine Übersicht als Hilfe zur Festlegung der Anforderungen für Tragwerke in der Beanspruchungskategorie SC2 wird mit Anhang L gegeben.

I.2 Pauschale Festlegungen

Können Qualitätsanforderungen pauschal festgelegt werden, darf für die Form der Festlegung von Qualitätsanforderungen auf Zeichnungen die nachfolgende Form gewählt werden:

Tabelle I.1 — Beispiel 1

Qualitäts- und Prüfanforderungen:	
Ausführungsklasse	EXC2
Beanspruchungskategorie	SC1
Schweißprozesse	MIG
Bewertungsgruppe nach EN ISO 10042:2018	C
Umfang der ZfP	10 %

ANMERKUNG Diese Darstellung kann oft bei vorwiegend statisch beanspruchten Tragwerken in Frage kommen.

I.3 Festlegungen für Schweißnähte im Einzelnen und Teile von Schweißnähten

Die Darstellung der Qualitäts- und Prüfanforderungen sollte für jede Schweißnaht oder jedes Bauteil nach EN ISO 2553 durch einen Bezug auf eine QTR-Nummer QTR n (Qualitäts- und Test-Referenznummer n) angegeben werden, mit der dann die nach I.1 notwendigen Festlegungen festgelegt sind.

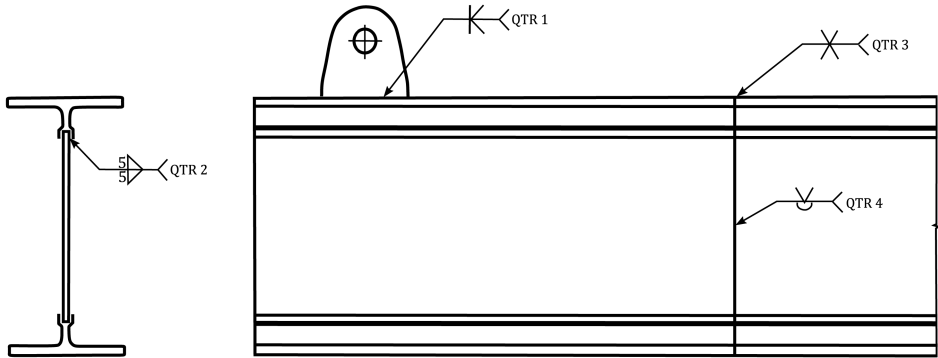


Bild I.1 — Beispiel für die Art der Darstellung von Anforderungen auf Zeichnungen

Tabelle I.2 — Beispiel für einen Katalog von über QTR-Zahlen definierten Anforderungen

QTR-Anforderung	EXC	Beanspruchungskategorie	Schweißprozesse	Qualitätsanforderungen für innere Unregelmäßigkeiten nach EN ISO 10042:2018 und EN 1090-3	Qualitätsanforderungen für geometrische Unregelmäßigkeiten nach EN ISO 10042:2018	Ergänzende Anforderung nach Anhang L	Umfang der ZfP %
QTR 1	3	SC1	MIG	C	C	keine	20
QTR 2	3	SC2	MIG	C	D	5.5	10
QTR 3	3	SC2	MIG	B	C	11.3	50
QTR 4	3	SC2	MIG	C	D	5.5	20

Anhang J (informativ)

Empfehlungen für die Beschreibung der Baustellenbedingungen und der Montage bei der Erstellung der Ausführungsunterlagen

J.1 Baustelle

Mit der Montage sollte erst begonnen werden, wenn die Baustelle allen technischen Anforderungen in Bezug auf Arbeitssicherheit genügt. Je nach Situation sollten dabei folgende Punkte beachtet werden:

- a) Einrichtung und Erhalten fester Standflächen für Krane, Gerüste und Arbeitsbühnen;
- b) Zugang zur und Zugangsverhältnisse auf der Baustelle;
- c) Bodenbedingungen, welche die sichere Erstellung des Baus beeinflussen;
- d) mögliche Setzungen von Tragwerksauflagern während der Montage;
- e) Versorgungsleitungen im Boden, Freiluftleitungen und sonstige örtliche Hindernisse;
- f) Grenzen für anzuliefernde Bauteile in Bezug auf Abmessungen und Gewicht;
- g) besondere Umgebungsbedingungen und Klimaverhältnisse auf der und rund um die Baustelle;
- h) Besonderheiten bei benachbarten Bauwerken, welche Einfluss auf die Bauarbeiten haben oder die durch diese beeinflusst werden.

Für die Zufahrt zur und die Fahrmöglichkeiten auf der Baustelle sollte ein Baustellenplan vorhanden sein, der Breite und lichte Höhen der Zufahrtswege enthält sowie die Höhen der für Arbeiten und Baustellenverkehr hergerichteten Flächen und der möglichen Lagerplätze.

Wenn die Arbeiten mit denen anderer Gewerke verbunden sind, sollten die technischen Anforderungen in Bezug auf die Arbeitssicherheit auf Verträglichkeit mit denen der anderen Gewerke überprüft werden. Bei der Prüfung sollten die folgenden Punkte berücksichtigt werden, die relevant sind:

- i) Verfügbarkeit der Versorgungseinrichtungen der Baustelle und Vorvereinbarungen hinsichtlich der Zusammenarbeit mit anderen Auftragnehmern;
- j) Gewichte von Tragwerksteilen, Zulässigkeit der Beanspruchung des Tragwerks durch Montagegeräte und Lagerlasten.

J.2 Montageanweisungen

Es sollten Montageanweisungen erstellt werden, wobei überprüft werden sollte, ob diese mit den Bemessungsannahmen verträglich sind. Dies gilt insbesondere für die Standfestigkeit des teilerrichteten Tragwerks gegenüber montagebedingten Beanspruchungen.

Montageanweisungen dürfen von der Montagekonzeption abweichen, falls diese eine sichere Alternative darstellen.

Für die Montagekonzeption sollten je nach vorliegenden Gegebenheiten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- a) Position und Art von Baustellenstößen;
- b) maximale Größe und Gewicht von Bauteilen sowie deren Einbauort;
- c) Abfolge der Montage;
- d) Standsicherheitskonzept für das teilerrichtete Tragwerk, einschließlich der Anforderungen an temporäre Verbände und Abstützungen;
- e) Bedingungen für das Entfernen von Hilfsverbänden und Hilfsunterstützungen bzw. jegliche Anforderung in Bezug auf Entlasten oder Belasten des Tragwerks;
- f) Besonderheiten, die ein Sicherheitsrisiko für die Montage darstellen können;
- g) Zeitplan und Verfahren für das Ausrichten von Fundament- und Lageranschlüssen sowie das Vergießen;
- h) notwendige Überhöhungen und Voreinstellungen, einschließlich der bereits bei der Fertigung zu überprüfenden Werte;
- i) Verwendung von Profiltafeln als stabilitätssichernde Elemente;
- j) Verwendung von Profiltafeln zur Verhinderung seitlichen Ausweichens;
- k) Transportieren baulicher Einheiten sowie die Anschlagstellen;
- l) Stellen und Bedingungen für das Unterstützen und Anheben;
- m) Standsicherheitskonzept für die Lager;
- n) Verformungen des teilerrichteten Tragwerks;
- o) zu erwartende Setzungen von Auflagern;
- p) besondere Lasteinleitungsstellen und Lasten, z. B. von Kranen, zu lagerndem Material, Gegengewichten usw. in den verschiedenen Montagezuständen;
- q) Anweisungen für Lieferung, Lagern, Anheben, Einbauen und Vorspannen von Abspannseilen;
- r) Einzelheiten in Bezug auf das Aufbringen von Verschleißschichten (Abfolge, Temperatur, Aufbring- und Einbaugeschwindigkeit);
- s) Einzelheiten zu allen temporären Konstruktionselementen und Einrichtungen, die mit dem eigentlichen Tragwerk verbunden sind, mit Anweisungen zu deren Entfernen.

Ergänzungen zu Montageanweisungen, einschließlich derer, die aufgrund der Baustellenverhältnisse notwendig werden, sollten geprüft und im Hinblick auf die Erfüllung der Anforderungen dieses Abschnittes bewertet werden.

Die Montageanweisungen sollten Verfahren beschreiben, die das einwandfreie Errichten des Aluminiumtragwerks sicherstellen, und sollten die technischen Anforderungen in Bezug auf die Arbeitssicherheit berücksichtigen.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, die Verfahren mit spezifischen Arbeitsanweisungen zu verbinden.

Die Montageanweisungen sollten, soweit zutreffend, alle oben angesprochenen Punkte behandeln und gegebenenfalls noch nachstehende Punkte berücksichtigen:

- i) Erfahrungen aus allen Probemontagen, die in Berichten über Vormontagen niedergelegt sind;
- ii) Vorrichtungen, die erforderlich sind, um Stöße für das Schweißen zusammenzuhalten und um ein örtliches Verschieben zu verhindern;
- iii) notwendige Hebezeuge;
- iv) Notwendigkeit, bei großen oder unregelmäßigen Bauteilen die Gewichte zu vermerken und/oder deren Schwerpunkt zu kennzeichnen;
- v) für den Kraneinsatz die Abhängigkeit des möglichen Hebegewichts von der Reichweite;
- vi) die Bestimmung von Seitenkräften, insbesondere von Windkräften, die nach der Wettervorhersage auf der Baustelle für die Montage zu erwarten sind sowie die genaue Bestimmung der Maßnahmen, wie die angemessene Seitenstabilität erreicht wird;
- vii) Maßnahmen, um Sicherheitsrisiken jeglicher Art zu begegnen;
- viii) Maßnahmen zur Gewährung eines sicheren Zugangs zum Arbeitsplatz und sicherer Positionen bei der Arbeit.

Anhang K (informativ)

Leitfaden zur Festlegung der Qualitätsanforderungen für Schweißnähte in den Ausführungsunterlagen

K.1 Allgemeines

Dieser Anhang sollte für die Erstellung von Ausführungsunterlagen bezüglich Umfang der Prüfung und Anforderungen an die Qualität von Schweißnähten herangezogen werden. Nachstehend werden Verweise und Hinweise für die nach 12.4.3.1 zu treffenden Festlegungen aufgeführt:

— Ausführungsklasse

Die Ausführungsklasse hängt von der Schadensfolgeklasse sowie von der Beanspruchungs- und Herstellungskategorie ab. Daneben müssen noch mögliche nationale Vorschriften beachtet werden;

— Beanspruchungskategorie und Herstellungskategorie

Bei den Beanspruchungskategorien wird zwischen quasistatisch beanspruchten Bauteilen (SC1) und ermüdungsbeanspruchten Bauteilen (SC2) unterschieden. Bei den Herstellungskategorien wird zwischen Tragwerken und Bauteilen mit geschraubten Verbindungen (PC1) und geschweißten Tragwerken und Bauteilen (PC2) unterschieden;

— Bewertungsgruppe für Schweißnähte nach EN ISO 10042

Grundlage für die Qualitätsanforderungen an Schweißnähte sind die Regelungen von EN ISO 10042:2018, in der die Anforderungen für drei Bewertungsgruppen (Qualitätsstufen) festgelegt sind, die mit B, C und D bezeichnet werden, wobei bei B die strengsten Anforderungen gestellt werden. Welche Bewertungsgruppe im Einzelfall gefordert wird, hängt von der Ausführungsklasse, von der Beanspruchungskategorie und vom Ausnutzungsgrad ab, siehe Tabelle K.5 und Tabelle K.6;

— zusätzliche qualitätsbezogene Anforderungen zu den Festlegungen der EN ISO 10042

Bei bestimmten Unregelmäßigkeiten werden im Falle hoher Ausnutzungsgrade im Vergleich zu EN ISO 10042 erhöhte Anforderungen gestellt;

— ergänzende Anforderungen zu EN ISO 10042

Für Schweißnähte in der Beanspruchungskategorie SC2 legt EN 1999-1-3 für einige Schweißdetails ergänzende Anforderungen fest, die nicht in EN ISO 10042 enthalten sind;

— Umfang der zusätzlichen zerstörungsfreien Prüfung (ZfP)

Mit zusätzlicher zerstörungsfreier Prüfung (ZfP) sind Prüfungen zusätzlich zur Sichtprüfung gemeint. Anforderungen bezüglich zusätzlicher zerstörungsfreier Prüfung (ZfP) siehe Tabelle K.2 für SC1 und Tabelle K.3 für SC2. Alle Schweißnähte müssen zu 100 % einer Sichtprüfung unterzogen werden;

— sonstige zusätzliche Prüfungen und Prüfverfahren

Für den Fall, dass weitere zusätzliche Prüfungen gefordert werden, sind die Prüfverfahren und Abnahmekriterien festzulegen.

K.2 Ausnutzungsgrade und Ausnutzungsklassen

K.2.1 Allgemeines

Der Ausnutzungsgrad stellt das Verhältnis zwischen dem Bemessungswert der Beanspruchung eines Querschnitts und dem Bemessungswert des Widerstands der Schweißnaht dar. Er dient als Parameter zur Bestimmung des Prüfumfangs und der für Schweißungen anzuwendenden Abnahmekriterien.

Dieses Dokument legt drei Ausnutzungsklassen, die als UR1, UR2 und UR3 (en: Utilization range, UR) bezeichnet werden, fest, siehe Tabelle K.1.

Tabelle K.1 — Ausnutzungsklassen

Beanspruchungs-kategorie	Beanspruchungsart	UR1	UR2	UR3
SC1	vorwiegend ruhend	$U \leq 0,30$	$0,30 < U \leq 0,60$	$0,60 < U \leq 1,0$
SC2	Ermüdung	$U \leq 0,30$	$0,30 < U \leq 0,60$	$0,60 < U \leq 1,0$
	Ermüdung U, wenn der Ausnutzungsgrad U über den Ermüdungsschaden D_L nach EN 1999-1-3 bestimmt wird	$U \leq 0,30$	$0,30 < U \leq 0,70$	$0,70 < U \leq 1,0$

K.2.2 Ausnutzungsgrad für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC1

Regeln für die Bestimmung des Ausnutzungsgrades U sind in EN 1999-1-1 festgelegt.

K.2.3 Ausnutzungsgrad für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC2

Regeln für die Bestimmung des Ausnutzungsgrades U sind in EN 1999-1-3 festgelegt.

K.3 Umfang der zusätzlichen zerstörungsfreien Prüfung (ZfP)

K.3.1 Umfang der ZfP (%) für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC1

Der Umfang an zusätzlicher zerstörungsfreier Prüfung (ZfP) in % sollte nicht geringer festgelegt werden, als in Tabelle K.2 aufgeführt.

Tabelle K.2 — Umfang der ZfP in % für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC1

Nahtart	Ausnutzungsklasse	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Stumpfnähte unter Querkzug- und Scherbeanspruchung	UR3	—	10	20	festzulegen, aber nicht weniger als für EXC3
	UR2	—	—	10	
alle anderen Nähte	UR3	—	5 ^a	10	
	UR2	—	—	5	
^a Keine ZfP für Anschlüsse unter reiner Druckbeanspruchung.					

K.3.2 Umfang der ZfP (%) für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC2

Der Umfang an zusätzlicher zerstörungsfreier Prüfung (ZfP) in % sollte nicht geringer festgelegt werden, als in Tabelle K.3 aufgeführt.

Tabelle K.3 — Umfang der zusätzlichen ZfP in % für Bauteile und Tragwerke in Beanspruchungskategorie SC2

Nahtart	Ausnutzungsklasse	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Stumpfnähte ^a (alle Bewertungsgruppen) und Kehlnähte der Bewertungsgruppe B ^b unter Zugbeanspruchung ^c oder Scherbeanspruchung, ausgenommen die Kerbfälle Nr. 3.5 und 3.6 nach EN 1999-1-3:2007, Tabelle J.3	UR3	—	20	50	100
	UR2	—	10	20	50
Kehlnähte unter Zug- und Scherbeanspruchung	UR3	—	10	20	50
	UR2	—	5	10	20
Alle anderen Nähte	UR3	—	5	10	10
	UR2	—	—	5	5

^a Stumpfnähte mit teilweiser Durchschweißung (siehe den einschlägigen Kerbfall in EN 1999-1-3) sind nach EN 1999-1-1 bei Ermüdung nicht erlaubt.

^b Betrifft lediglich Kehlnähte, bei denen EN 1999-1-3 für innere Fehler die Bewertungsgruppe B fordert.

^c Eingeschlossen sind damit auch jene Nähte, die durch die über sie angeschlossenen Bauteile in Längsrichtung beansprucht (gedehnt) werden.

K.4 Umfang der zerstörenden Prüfung für mit Rührreibschweißen erstellte Schweißnähte

Der Umfang der Prüfung für mit Rührreibschweißen erstellte Schweißnähte sollte nicht geringer festgelegt werden, als in Tabelle K.4 aufgeführt.

Bei Lieferung des Produktes durch einen Unterauftragnehmer muss dokumentiert sein, dass das Produkt nach Tabelle K.4 geprüft wurde.

Tabelle K.4 — Umfang der ergänzenden Prüfungen für mit Rührreibschweißen erstellte Schweißnähte

Nahtart	Ausnutzungsklasse	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
FSW	alle	—	Beginn oder Ende der jeweils 10. Schweißnaht	Beginn oder Ende der jeweils 5. Schweißnaht	ist festzulegen

K.5 Abnahmekriterien für Schweißnähte

K.5.1 Abnahmekriterien für Schweißnähte in Beanspruchungskategorie SC1

Falls keine besonderen Bedingungen vorliegen, sollten die Bewertungsgruppen entsprechend Tabelle K.5 festgelegt werden.

Tabelle K.5 — Bewertungsgruppen für Schweißnähte für Tragwerke bzw. Bauteile in Beanspruchungskategorie SC1

Ausnutzungs-klasse	Bewertungsgruppe nach EN ISO 10042:2018 ^{a, b, c}
UR1	D
UR2	D
UR3	C
^a Für die Unregelmäßigkeiten 2.7 und 2.9 nach EN ISO 10042:2018 gelten die Grenzwerte nur, wenn die Schweißnahtlänge mehr als 25 mm beträgt. Bei kürzeren Nahtlängen sind diese Unregelmäßigkeiten nicht erlaubt. ^b Folgende, in EN ISO 10042:2018 aufgeführte Regelungen über Unregelmäßigkeiten finden keine Anwendung: 1.4, 1.11, 1.12, 1.14, 1.15, 1.17, 2.2 und 2.5. ^c Zusätzliche Anforderungen neben den in EN ISO 10042:2018 festgelegten sind in Tabelle 10 angegeben.	

K.5.2 Abnahmekriterien für Schweißnähte in Beanspruchungskategorie SC2

K.5.2.1 Kerbfälle/Schweißdetails nach EN 1999-1-3

Falls keine besonderen Bedingungen vorliegen, sollten die Bewertungsgruppen entsprechend Tabelle K.6 festgelegt werden. Für den Fall, dass zusätzliche Anforderungen (B+, C+ oder D+) festgelegt sind, sollten die Beanspruchungsrichtung bzw. die unterschiedlichen Regelungen in Bezug auf geometrische und innere Unregelmäßigkeiten beachtet werden. Die Leitlinien des Anhangs L dürfen benutzt werden.

Tabelle K.6 — Bewertungsgruppen für Schweißnähte für Tragwerke bzw. Bauteile in Beanspruchungskategorie SC2

Ausnutzungs-klasse	Bewertungsgruppe nach EN ISO 10042:2018	festzulegende zusätzliche Qualitätsanforderungen	ergänzende ^a festzulegende Anforderungen
UR1	siehe die in Tabelle K.4 angegebenen Empfehlungen für SC1		
UR2	siehe EN 1999-1-3:2007, Anhang J	keine	siehe EN 1999-1-3:2007, Anhang J
UR3	siehe EN 1999-1-3:2007, Anhang J	B+, C+ oder D+, abhängig vom Kerbfall/Schweißdetail ^b	siehe EN 1999-1-3:2007, Anhang J
^a Die ergänzenden Anforderungen sind für die betroffenen Kerbfälle/Schweißdetails in EN 1999-1-3:2007, Anhang J, aufgeführt. ^b Übersicht siehe Anhang L.			

K.5.2.2 Andere Kerbfälle/Schweißdetails

Für Kerbfälle/Schweißdetails, die in EN 1999-1-3 nicht aufgeführt sind, dürfen die Qualitätsanforderungen entsprechend den Regelungen der EN 1999-1-3 festgelegt werden, wenn die Ermüdungsfestigkeit auf Versuchen basiert oder wenn die Ausführung von Schweißungen von der Beschreibung in EN 1999-1-3 abweicht.

Im Zweifelsfall sollte die Bewertungsgruppe B zur Anwendung kommen. In der Beanspruchungskategorie SC2 und Ausnutzungs-kategorie UR3 gelten dann auch die zusätzlichen Qualitätsanforderungen B+ (siehe Anhang L).

Anhang L (informativ)

Übersicht zur Festlegung der Qualitätsanforderungen für Bauteile und Tragwerke in der Beanspruchungskategorie SC2

Dieser Anhang dient als Hilfe zur Festlegung der Qualitätsanforderungen für Schweißungen von Bauteilen und Tragwerken in der Beanspruchungskategorie SC2.

Tabelle L.1 umfasst die geforderten Bewertungsgruppen nach EN ISO 10042:2018, die ergänzenden Anforderungen nach EN 1999-1-3 für die in Anhang J von EN 1999-1-3:2007 aufgeführten Kerbfälle/Schweißdetails sowie Leitlinien zur Festlegung der zusätzlichen Anforderungen nach Tabelle 11, Tabelle 12 und Tabelle 13 (B+, C+ und D+).

Tabelle L.1 — Übersicht zur Festlegung der Anforderungen an Schweißnähte für Bauteile und Tragwerke in der Beanspruchungskategorie SC2

Kerbfall/Schweißdetail EN 1999-1-3:2007	Anforderungen an Qualität und Ausführung			
	Ausnutzungsklasse		abweichende Regelungen für Unregelmäßigkeiten bei Oberfläche und Nahtgeometrie nach EN 1999-1-3:2007	ergänzende Anforderungen nach EN 1999-1-3:2007, die in den Ausführungsunter- lagen festzulegen sind
	UR2	UR3		
3.1	C	C	—	Einbrandkerben mit weichem Übergang ausschleifen.
3.2	C	C		
3.3	C	C		
3.4	C	C		
3.5	C	C		
3.6	C	C	—	Übergangsradius parallel zur Spannungsrichtung schleifen. Nahtenden voll ausschleifen.
3.7	C	C		
3.8	C	C		
5.1	B	B+	C	Automatengeschweißte Nähte – ohne Unterbrechung durchschweißen.
5.2	C	C	—	—
5.3	C	C	D+	Durchlaufende Schweißbad-sicherung. Geometrische Diskontinuitäten in Längsrichtung der Naht dürfen weder mehr als 1/10 der Blechdicke betragen noch eine Neigung von 1:4 übersteigen.

Kerbfall/Schweißdetail EN 1999-1-3:2007	Anforderungen an Qualität und Ausführung			
	Ausnutzungs-klasse		abweichende Regelungen für Unregelmäßigkeiten bei Oberfläche und Nahtgeometrie nach EN 1999-1-3:2007	ergänzende Anforderungen nach EN 1999-1-3:2007, die in den Ausführungsunter- lagen festzulegen sind
	UR2	UR3		
5.4	B	B	C	Geometrische Diskontinui- täten in Längsrichtung der Naht dürfen weder mehr als 1/10 der Blechdicke betragen noch eine Neigung von 1:4 übersteigen.
5.5	C	C	D+	Geometrische Diskontinui- täten in Längsrichtung der Naht dürfen weder mehr als 1/10 der Blechdicke betragen noch eine Neigung von 1:4 übersteigen.
5.6	C	C	D+	—
5.7	C	C	D+	—
7.1.1	B	B+	—	Wurzel ausschleifen; An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blecheben schleifen.
7.1.2	C	C+	—	Wurzel ausschleifen; An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blecheben schleifen.
7.2.1	B	B+	—	Wurzel ausschleifen; An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blech- eben schleifen; Nahtüber- gangswinkel $\geq 150^\circ$. Die Forderung nach „ $\geq 150^\circ$ “ kann normalerweise nur bei Blehdicken ≥ 10 mm eingehalten werden.
7.2.2	B	B+	C und C+.	Wurzel ausschleifen; An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blech- eben schleifen.

Kerbfall/Schweißdetail EN 1999-1-3:2007	Anforderungen an Qualität und Ausführung			
	Ausnutzungsklasse		abweichende Regelungen für Unregelmäßigkeiten bei Oberfläche und Nahtgeometrie nach EN 1999-1-3:2007	ergänzende Anforderungen nach EN 1999-1-3:2007, die in den Ausführungsunter- lagen festzulegen sind
	UR2	UR3		
7.2.3	C	C+	—	Wurzel ausschleifen; An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blecheben schleifen.
7.3.1	C	C+	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blecheben schleifen.
7.3.2	C	C+	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blecheben schleifen.
7.4.1	B	B+	—	Wurzel ausschleifen; An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blecheben schleifen; Nahtübergangswinkel $\geq 150^\circ$. Die Forderung nach „ $\geq 150^\circ$ “ kann normalerweise nur bei Blechdicken ≥ 10 mm eingehalten werden.
7.4.2	C	C+	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blecheben schleifen.
7.4.3	C	C+	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blecheben schleifen.
7.5	D	D	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungsrichtung blecheben schleifen. Nicht voll durchgeschweißte Nähte sind für vorwiegend ermüdungsbeanspruchte Verbindungen nicht erlaubt.

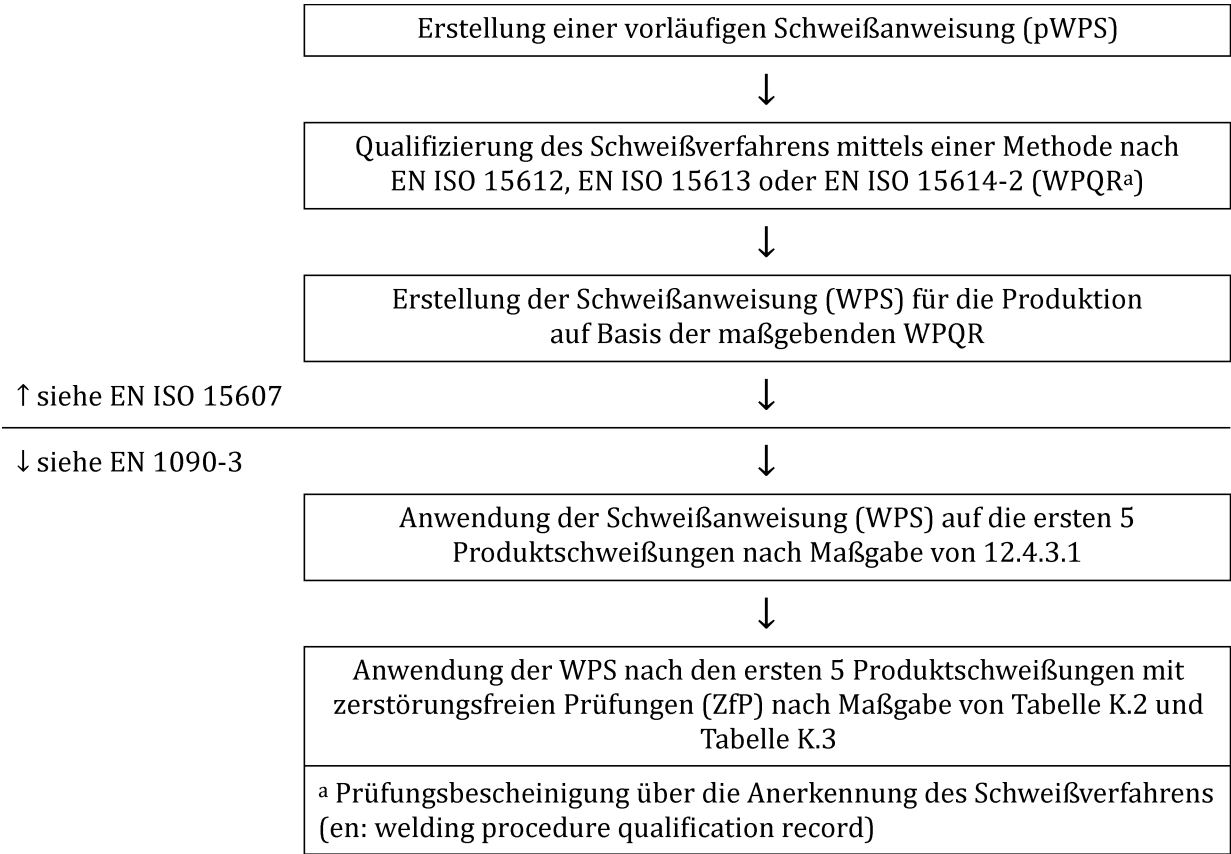
Kerbfall/Schweißdetail EN 1999-1-3:2007	Anforderungen an Qualität und Ausführung			
	Ausnutzungsklasse		abweichende Regelungen für Unregelmäßigkeiten bei Oberfläche und Nahtgeometrie nach EN 1999-1-3:2007	ergänzende Anforderungen nach EN 1999-1-3:2007, die in den Ausführungsunter- lagen festzulegen sind
	UR2	UR3		
7.6	B	B+	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungs- richtung blecheben schleifen.
9.1	C	C+	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungs- richtung blecheben schleifen.
9.2	C	C+	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungs- richtung blecheben schleifen.
9.3	C	C+	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungs- richtung blecheben schleifen.
9.4	C	C+	—	
9.5	C	C+	—	
9.6	C	C+	—	
11.1	B	B+	—	Wurzel ausschleifen. An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungs- richtung blecheben schleifen.
11.2	B	B+	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungs- richtung blecheben schleifen.
11.3	B	B+	C	Wurzel ausschleifen. An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungs- richtung blecheben schleifen. Nahtwinkel $\geq 150^\circ$. Die Forderung nach „ $\geq 150^\circ$ “ kann normalerweise nur bei Blechkicken ≥ 10 mm eingehalten werden.

Kerbfall/Schweißdetail EN 1999-1-3:2007	Anforderungen an Qualität und Ausführung			
	Ausnutzungs-klasse		abweichende Regelungen für Unregelmäßigkeiten bei Oberfläche und Nahtgeometrie nach EN 1999-1-3:2007	ergänzende Anforderungen nach EN 1999-1-3:2007, die in den Ausführungsunter- lagen festzulegen sind
	UR2	UR3		
11.4	C	C	—	An- und Auslaufbleche verwenden, anschließend entfernen und in Spannungs- richtung blecheben schleifen.
13.1	C	C	—	—
13.2	C	C	—	Platte rundum anschweißen.
13.3	C	C	—	—
13.4	C	C+	C	—
13.5	C	C	—	Platte rundum anschweißen.

Anhang M
(informativ)

Übersicht zur Erstellung und Anwendung einer Schweißanweisung
(WPS)

Tabelle M.1 — Übersicht zur Erstellung und Anwendung einer Schweißanweisung



Anhang N (informativ)

Bolzen, die mittels Lichtbogenbolzenschweißung mit Spitzenzündung angeschlossen werden

N.1 Einleitung

(1) Dieser informative Anhang enthält Regelungen sowohl für die Bemessung als auch die Ausführung. Die Bemessungsregelungen sind für die Bemessung von Schweißbolzen mit Spitzenzündung erforderlich, jedoch nicht in EN 1999-1-1:2007 aufgeführt. Die Bemessungsregelungen sollten bei der nächsten Überarbeitung in die EN 1999-1-1 aufgenommen werden und dann Vorrang vor den Bemessungsregelungen dieses Anhangs haben. Bei der nächsten Überarbeitung dieser Norm sind die Bemessungsregelungen in diesem Anhang zu streichen.

N.2 Anwendungsgebiet

(1) Dieser Anhang gilt für Schweißbolzen an Tragwerken und Bauteilen der Ausführungsklassen EXC1 und EXC2 bei vorwiegend ruhender Beanspruchung, sofern die Schraubanschlüsse an den Schweißbolzen nicht planmäßig wiederholt gelöst und wieder hergestellt werden (z. B. in fliegenden Bauten).

(2) Als Grundmaterial, auf das die Bolzen aufgeschweißt werden, dürfen die in Tabelle N.1 angegebenen Werkstoffe in den in EN 1999-1-1 und EN 1999-1-4 erfassten Zuständen verwendet werden.

Tabelle N.1 — Grundmaterial, auf das die Schweißbolzen aufgeschweißt werden dürfen

EN 573-1 und EN 573-3 Numerisch	EN 573-2 und EN 573-3 Symbol	EN 573-1 und EN 573-3 Numerisch	EN 573-2 und EN 573-3 Symbol	EN 573-1 und EN 573-3 Numerisch	EN 573-2 und EN 573-3 Symbol
EN AW-3004	AlMn1Mg1	EN AW-5005/5005A	AlMg1	EN AW-6060	AlMgSi
EN AW-3005	AlMn1Mg0,5	EN AW-5049	AlMg2Mn0,8	EN AW-6063	AlMg0,7Si
EN AW-3103	AlMn1	EN AW-5052	AlMg2,5		
EN AW-3105 ^a	AlMn0,5Mg0,5 ^a	EN AW-5251 ^a	AlMg2 ^a		
		EN AW-5454	AlMg3Mn		
		EN AW-5754	AlMg3		
^a Nur in EN 1999-1-4 aufgeführtes Material					

(3) Schweißbolzen mit PT-Spitzenzündung aus EN AW-5754(AlMg3) H12 und EN AW-1050A(Al99,5) H14 mit Nenndurchmesser d_b (entsprechend d_1 nach EN ISO 13918) von 4 mm bis 6 mm sind geeignet. Für Schweißbolzen aus EN AW-5754, die auf EN AW-5050^{N1} und EN AW-6063 geschweißt werden, ist der Nenndurchmesser d_b auf 5 mm begrenzt.

^{N1} An dieser Stelle befindet sich in der EN-Fassung ein Druckfehler. Es muss heißen: EN AW 6060.

(4) Die Schweißbolzen müssen EN ISO 13918 in Verbindung mit einer Werksbescheinigung nach EN 10204, z. B. Werksbescheinigung 2.1, entsprechen.

N.3 Konstruktion

(1) Die Anschlüsse sind so zu gestalten, dass die Bolzen keine planmäßige Biegebeanspruchung erfahren.

(2) Wenn die Bolzen in Löcher eingreifen, bei denen das für Schraubengarnituren nach EN 1999-1-1 zulässige Lochspiel überschritten wird (Regelfall), gilt Folgendes:

Bei der Kräfteübertragung in Scheibenebene darf beim Nachweis für den Grenzzustand der statischen Tragfähigkeit nur ein statisch bestimmtes System angesetzt werden, d. h. die Anzahl der für die Kraftübertragung angesetzten Schweißbolzen darf nicht größer sein, als die Anzahl der zu erfüllenden Gleichgewichtsbedingungen, falls nicht, z. B. durch konstruktive Maßnahmen, sichergestellt wird, dass im Grenzzustand, der bei einer Starrkörperbewegung in der Scheibenebene erreicht wird, sich bei allen für die Lastübertragung angesetzten Schweißbolzen ein Abstandsspiel (Abstand Bolzen — Lochrand) von weniger als 1 mm einstellt.

Bei langen Langlöchern darf die Lochleibungstragfähigkeit nach den Regeln von EN 1999-1-1 ermittelt werden, falls:

- i) die Lochung mit seitlicher Stützung völlig abgedeckt ist und
- ii) die Regelungen nach 8.2.1 eingehalten sind; und
- iii) die maximale Abmessung des Loches nicht größer als der 2,5-fache Bolzendurchmesser ist.

(3) In vielen Fällen ist ein kontrolliertes Anziehen der Muttern auf den Schweißbolzen aus verschiedenen Gründen (Gefahr des Überdrehens, Vorteile der Vorspannung) erforderlich.

N.4 Bemessung

(1) Bei der Bemessung der hier behandelten Schweißverbindung braucht wegen der geringen Energieeinbringung eine WEZ im üblichen Sinn und Ausmaß nicht berücksichtigt zu werden. Vom Wärmeeinfluss betroffen ist nur eine dünne Zone im Schweißübergangsbereich vom Bolzen zum Grundwerkstoff.

(2) Für die Bemessung des nicht wärmebeeinflussten Bolzenmaterials sind als charakteristische Werte die Werte der Tabelle N.2 anzusetzen.

Tabelle N.2 — Charakteristische Werte des nicht wärmebeeinflussten Bolzenmaterials

Material/Zustand	EN AW-5754(AlMg3) H12	EN AW-1050A(Al99,5) H14
f_{ub}	230 N/mm ²	100 N/mm ²

(3) Die charakteristischen Werte $F_{tb,Rk}$ der durch die Fügezone übertragbaren Zugkräfte sind in Tabelle N.3 angegeben. Diese Werte sind durch eine Verfahrensprüfung abzusichern, bei der bestimmte Mindestwerte für den Mittelwert der Bruchlast nachgewiesen werden müssen und ein Maximalwert des Variationskoeffizienten nicht überschritten werden darf. Der Bemessungswert $F_{tb,Rd}$ ergibt sich aus $F_{tb,Rk}$ zu $F_{tb,Rd} = k_2 F_{tb,Rk} / \gamma_{M2}$ mit dem Sicherheitsbeiwert γ_{M2} und k_2 für Aluminiumschrauben nach EN 1999-1-1:2007, Tabelle 8.5, in Verbindung mit Gleichung (8.17).

Tabelle N.3 — Charakteristische Werte $F_{tb,Rk}$ der Zugkräfte, die durch die Fügezone übertragbar sind

$F_{tb,Rk}$	Bolzendurchmesser 4 mm	Bolzendurchmesser 5 mm	Bolzendurchmesser 6 mm
EN AW-5754 H12	1 680 N	2 710 N	3 840 N
EN AW-1050 H14	800 N	1 300 N	1 840 N

(4) Für die Tragfähigkeit der Fügezone auf Abscheren ist der kleinere $f_{u,haz}$ -Wert der Werkstoffpaarung Bolzen-Grundwerkstoff maßgebend. Der $f_{u,haz}$ -Wert für den Grundwerkstoff ist Tabelle 3.2a oder Tabelle 3.2.b von EN 1999-1-1:2007 zu entnehmen. Für den $f_{ub,haz}$ -Wert des Bolzens gelten die Werte in Tabelle N.4. Können keine $f_{u,haz}$ -Werte in EN 1999-1-1:2007, Tabelle 3.2, für die in EN 1999-1-4 aufgeführten Legierungen und Zustände gefunden werden, so muss der Zugfestigkeitswert des Zustands O (weich) für $f_{u,haz}$ verwendet werden — siehe EN 485-2.

Tabelle N.4 — $f_{ub,haz}$ -Wert des Bolzens

Material/Zustand	EN AW-5754(AlMg3) H12	EN AW-1050A(Al99,5) H14
$f_{ub,haz}$	180 N/mm ²	60 N/mm ²

Der Bemessungswert $F_{v,Rd}$ der Scherkraft wird nach der Gleichung (8.9) aus EN 1999-1-1:2007 aus dem maßgebenden Wert $f_{u,haz}$ und der Bolzenfläche $A = (\pi/4) d_b^2$ abgeleitet.

(5) In der Fügezone wird die Tragfähigkeit durch die Erfüllung der in Gleichung (N.1) genannten Bedingung nachgewiesen.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{F_{tb,Rd}} \leq 1 \quad (N.1)$$

(6) Der Nachweis für den Bolzen auf Zug und Abscheren ist nach EN 1999-1-1:2007 mit der Bedingung (8.20) sowie Gleichung (8.9) und Gleichung (8.17) zu führen. Dabei ist f_{ub} nach Tabelle N.2 als charakteristischer Wert einzusetzen, und es gelten die Beiwerte für Aluminiumschrauben.

(7) Bei der Ermittlung der Beanspruchbarkeit $B_{p,Rd}$ des Grundwerkstoffs auf Durchstanzen durch Kräfte in Richtung der Bolzenachse ist in Gleichung (8.19) von EN 1999-1-1:2007 anstelle von d_m der Nenndurchmesser d_b des Bolzens einzusetzen.

(8) Die unter (5) bis (7) geforderten Nachweise ersetzen nicht Nachweise der Gebrauchstauglichkeit. Falls die Gebrauchstauglichkeit z. B. bei Fassaden durch örtliche plastische Verformungen des Grundmaterials beeinträchtigt werden kann (Störung des visuell wahrnehmbaren Erscheinungsbildes), muss im Einzelfall die Gebrauchstauglichkeit aus der Erfahrung oder aufgrund von Versuchen beurteilt werden.

(9) Für das Bauteil, an das der Bolzen anschließt (Grundwerkstoff), sind alle anderen nach EN 1999-1-1 erforderlichen Tragfähigkeitsnachweise zu führen.

N.5 Qualifizierung des Schweißverfahrens

(1) Das Schweißverfahren und das Schweißpersonal müssen für den Schweißprozess nach EN ISO 14555 qualifiziert sein.

(2) Abweichend von und ergänzend zu EN ISO 14555:2014 gilt Folgendes:

- a) Die in EN ISO 14555 vorgeschriebenen Prüfungen müssen für jedes Bolzenschweißgerät, Arbeitsweise (Kontaktschweißung, Spaltschweißung) und jede Paarung von Schweißbolzen, Werkstoff und Zustand des Grundwerkstoffs nachgewiesen worden sein, und es muss eine entsprechende Schweißanweisung vorliegen. Bei der Verfahrensprüfung ist die Dicke des Grundmaterials so zu wählen, dass kein Ausknöpfen erfolgt. Die Qualifikation für eine Blechdicke qualifiziert alle dünneren Blechdicken. Die für eine Schweißanweisung notwendigen Daten dürfen auch aufgrund von Parametern bereits vorliegender Schweißanweisungen festgelegt werden, wenn dies durch Interpolation geschehen kann.
- b) Die Regelungen in EN ISO 14555:2014, Anhang A, müssen befolgt werden.
- c) Für die Prüfung der Zugfestigkeit sind bei der Verfahrensprüfung insgesamt 21 Schweißbolzen zu schweißen und zu prüfen (EN ISO 14555:2014, Tabelle 3).
 - Wenn die Zugprüfung mit Messung der Kraft erfolgt, darf für die Gesamtheit der Bruchlasten der Variationskoeffizient den in Tabelle N.5 angegebenen Grenzwert nicht überschreiten und der Mittelwert muss über dem in Tabelle N.5 angegebenen Wert liegen. Außerdem muss bei mindestens der Hälfte der geprüften Bolzen der Bruch im Bolzen erfolgen.
 - Wenn die Zugprüfung ohne Messung der Bruchlast erfolgt, z. B. nach EN ISO 14555:2014, Bild 4, muss die die Bruchlage bei allen Proben im Bolzen liegen. Ein Bruch in der Schweißfuge sowie ein Abstreifen des Gewindes sind nicht zulässig.

Für die Biegeprüfung nach EN ISO 14555:2014 sind bei der Verfahrensprüfung 10 Schweißbolzen (die Zahl weicht von Tabelle 3 in EN ISO 14555:2014 ab) zu schweißen und zu prüfen. Ein Bruch in der Fügezone darf bei keiner der 10 Proben eintreten.

Tabelle N.5 — Grenzwert für Werte für Variationskoeffizienten und Mittelwerte

	max. Variations- koeffizient	Bolzen- durchmesser 4 mm	Bolzen- durchmesser 5 mm	Bolzen- durchmesser 6 mm
EN AW-5754 H12	0,10	2 020 N	3 260 N	4 620 N
EN AW-1050 H14	0,05	880 N	1 420 N	2 010 N

(3) Im Falle dass für die Verfahrensprüfung kein ausreichend dickes Grundmaterial (gleiche Legierung und gleicher Zustand wie im Anwendungsfall) vorliegt, bei dem ein Durchstanzen ausgeschlossen ist, ist der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit auf Zug wie folgt zu erbringen: Der beim Durchstanzen gemessene Wert der Zugkraft darf bei keiner der 10 Proben kleiner sein als der Wert $B_{p,R}$ nach Gleichung (N.2).

$$B_{p,R} = 0,6\pi d_b t_p f_u \quad (\text{N.2})$$

Dabei ist d_b der Bolzendurchmesser, t_p die Dicke des Grundwerkstoffs, auf den geschweißt wird, und f_u die vom Werkstoff und dessen Zustand nach EN 1999-1-1:2007, Tabelle 3.2a oder 3.2b, oder nach EN 1999-1-4:2007, Tabelle 3.1, abhängige Festigkeit des Grundwerkstoffs.

Liegt im Grenzfall eine Konstellation vor (abhängig von Geometrie und Festigkeit), bei der bei der Verfahrensprüfung auf Zug wechselnd Ausknöpfen und Bruch im Bolzen oder in der Fügezone auftritt, so dürfen die Bruchlasten beim Bolzenbruch und beim Bruch in der Fügezone nicht unter dem charakteristischen Wert für die Zugbeanspruchung der Fügezone (siehe Tabelle N.3) liegen. Außerdem muss auch hier bei den Fällen mit Versagen im Bolzen oder in der Fügezone in mindestens 50 % dieser Fälle der Bruch im Bolzen erfolgt sein.

Für die Biegeprüfung nach EN ISO 14555:2014, Tabelle 3, sind auch im vorliegenden Fall bei der Verfahrensprüfung 10 Schweißbolzen zu schweißen und zu prüfen. Ein Bruch in der Fügezone darf bei keiner der 10 Proben eintreten.

(4) Während der Produktion müssen vereinfachte Arbeitsprüfungen (mindestens drei) mit einer Sichtprüfung und einer Biegeprüfung nach EN ISO 14555:2014, Abschnitt 12, zu den folgenden Zeitpunkten durchgeführt werden:

- a) bei Arbeitsbeginn in jeder Schicht;
- b) bei einer Veränderung der Stromquelle/Schweißmaschine/Ausrüstung;
- c) bei einer Veränderung in der Schweißanweisung (WPS).

(5) Es gelten auch die Festlegungen nach dieser Norm. Hingegen ist Folgendes nicht erforderlich:

- a) zerstörungsfreie Prüfungen, mit Ausnahme der Sichtprüfung;
- b) die Regelungen nach 12.4.3.2 gelten, sofern zutreffend.

Literaturhinweise

- [1] EN 1090-5, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 5: Technische Anforderungen an tragende kaltgeformte Bauelemente aus Aluminium und tragende Bauteile für Dach-, Decken-, Boden- und Wandanwendungen*
- [2] EN 1396, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bandbeschichtete Bleche und Bänder für allgemeine Anwendungen — Spezifikationen*
- [3] EN 12206-1, *Beschichtungsstoffe — Beschichtungen auf Aluminium und Aluminiumlegierungen für Bauzwecke — Teil 1: Beschichtungen aus Beschichtungspulvern*
- [4] EN 12487, *Korrosionsschutz von Metallen — Gespülte und no-rinse Chromatierüberzüge auf Aluminium und Aluminiumlegierungen*
- [5] EN ISO 2320, *Mechanische Verbindungselemente — Muttern aus Stahl mit Klemmteil — Funktionelle Eigenschaften (ISO 2320)*
- [6] EN ISO 2553, *Schweißen und verwandte Prozesse — Symbolische Darstellung in Zeichnungen — Schweißverbindungen (ISO 2553)*
- [7] CEN ISO/TR 3834-6, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 6: Richtlinie zur Einführung von ISO 3834 (ISO/TR 3834-6)*
- [8] EN ISO 7040, *Sechskantmutter mit Klemmteil (mit nichtmetallischem Einsatz) — Festigkeitsklassen 5, 8 und 10 (ISO 7040)*
- [9] EN ISO 7042, *Hohe Sechskantmutter mit Klemmteil (Ganzmetallmutter) — Festigkeitsklassen 5, 8, 10 und 12 (ISO 7042)*
- [10] EN ISO 7599, *Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen — Verfahren zur Spezifizierung dekorativer und schützender anodisch erzeugter Oxidschichten auf Aluminium (ISO 7599)*
- [11] EN ISO 7719, *Sechskantmutter mit Klemmteil (Ganzmetallmutter), — Festigkeitsklassen 5, 8 und 10 (ISO 7719)*
- [12] EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe (ISO 9000)*
- [13] EN ISO 10511, *Niedrige Sechskantmutter mit Klemmteil (mit nichtmetallischem Einsatz) (ISO 10511)*
- [14] EN ISO 10512, *Sechskantmutter mit Klemmteil (mit nichtmetallischem Einsatz) mit metrischem Feingewinde — Festigkeitsklassen 6, 8 und 10 (ISO 10512)*
- [15] EN ISO 10513, *Hohe Sechskantmutter mit Klemmteil (Ganzmetallmutter) mit metrischem Feingewinde — Festigkeitsklassen 8, 10 und 12 (ISO 10513)*
- [16] EN ISO 15481, *Flachkopf-Bohrschrauben mit Kreuzschlitz mit Blechschraubengewinde (ISO 15481)*
- [17] EN ISO 15973, *Geschlossene Blindniete mit Sollbruchdorn und Flachkopf — AIA/St (ISO 15973)*
- [18] EN ISO 15974, *Geschlossene Blindniete mit Sollbruchdorn und Senkkopf — AIA/St (ISO 15974)*
- [19] EN ISO 15977, *Offene Blindniete mit Sollbruchdorn und Flachkopf — AIA/St (ISO 15977)*

- [20] EN ISO 15978, *Offene Blindniete mit Sollbruchdorn und Senkkopf — AIA/St (ISO 15978)*
- [21] EN ISO 15981, *Offene Blindniete mit Sollbruchdorn und Flachkopf — AIA/AIA (ISO 15981)*
- [22] EN ISO/IEC 17020, *Konformitätsbewertung — Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen (ISO/IEC 17020)*
- [23] EN ISO/IEC 17024, *Konformitätsbewertung — Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren (ISO/IEC 17024)*
- [24] EN ISO 17663, *Schweißen — Qualitätsanforderungen zur Wärmebehandlung beim Schweißen und bei verwandten Prozessen (ISO 17663)*
- [25] Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen; GDA Gesamtverband der Aluminiumindustrie, Düsseldorf, 2006, ISBN 3-937171-09-6
- [26] GSB AL 631, Internationale Qualitätsrichtlinien für Beschichtung von Bauteilen, GSB International, Düsseldorf, www.gsb-international.de
- [27] Qualanod, „Vorschriften für die Anodisierung von Aluminium auf Schwefelsäure-Basis zum Führen des QUALANOD Gütezeichens“, Qualanod, Zürich, www.qualanod.net
- [28] Qualicoat, „Vorschriften zum Führen des Gütezeichens für Flüssig- und Pulverlackbeschichtungen auf Aluminium für Architekturanwendungen“, Qualicoat, Zürich, www.qualicoat.net